



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**“USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN DETECCIÓN
TEMPRANA DE CÁNCER COLORRECTAL”**

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

AUTOR: GENESIS VALERIA RIVAS AYORA

DIRECTOR: DRA. PAOLA VERÓNICA ORELLANA BERNAL

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**“USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN DETECCIÓN
TEMPRANA DE CÁNCER COLORRECTAL”**

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

AUTOR: GENESIS VALERIA RIVAS AYORA

DIRECTOR: DRA. PAOLA VERÓNICA ORELLANA BERNAL

CUENCA - ECUADOR


2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Genesis Valeria Rivas Ayora portador(a) de la cédula de ciudadanía N.º **0706588431**. Declaro ser el autor de la obra: "**Uso de la inteligencia artificial en detección temprana de cáncer colorrectal**", 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.

Cuenca, 15 de Julio del 2024

F: 

Genesis Valeria Rivas Ayora

C.I. 0706588431

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR / TUTOR

Certifico que el presente trabajo denominado "**Uso de la inteligencia artificial en detección temprana de cáncer colorrectal**" realizado por **Genesis Valeria Rivas Ayora** con documento de identidad **No. 0706588431** previo a la obtención del título profesional de Médico, ha sido asesorado, supervisado y desarrollado bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica.

Cuenca, 15 de Julio del 2024

F:



Dra. Paola Orellana B.
Especialista en Gastroenterología
CI: 0104166814

Dra. Paola Verónica Orellana Bernal

DIRECTOR / TUTOR

DEDICATORIA

A Dios, por protegerme, guiarme y mantenerme fuerte durante este camino como profesional superando desafíos. A mis padres, por ser un pilar fundamental y ejemplo de perseverancia y fortaleza, durante mi trayecto universitario y de vida.

A mi hermana y tía, por haberme acompañado y velado por mí en el transcurso de este arduo camino para convertirme en profesional. A mis amigas, por ser un apoyo y guía durante la carrera logrando nuestro objetivo con mucho perseverancia y esfuerzo. A Genesis, por acompañarme y alentarme con cada mensaje, recordándome que todo esfuerzo tiene su recompensa, y por ser un soporte en mis momentos buenos y malos.

Gracias totales

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta etapa, extendiendo un profundo agradecimiento a Dios, a mis padres y familia, quienes hicieron posible este sueño y por brindarme su apoyo incondicional durante el transcurso de mi formación profesional.

Infinito agradecimiento a mi asesora, Dra. Paola Verónica Orellana Bernal, por su constante ayuda incondicional al guiarme en el desarrollo y culminación de tesis. Mi gratitud a la Universidad Católica de Cuenca y sus docentes que me enseñaron y formaron como profesional dedicado al servicio de la sociedad.

RESUMEN

La presente investigación exploró la aplicabilidad de la inteligencia artificial (IA) en la detección de cáncer colorrectal (CCR), teniendo en cuenta que la IA pertenece al área de la informática dedicada al desarrollo de sistemas y programaciones aptos para la simulación de actividades cognitivas humanas, para realizar tareas de manera autónoma y eficiente, sobre todo en el área médica. Los avances en IA tienen un crecimiento significativo en el campo de la endoscopia digestiva y subcategorías como el aprendizaje profundo y de las redes neuronales, por lo que contribuye de manera sustancial en el diagnóstico de enfermedades gastrointestinales. Estos avances tecnológicos se vislumbran como potencial entidad virtual de ayuda durante la colonoscopia de tiempo en directo, mejorando la identificación de adenomas. En el área de gastroenterológica, se ha integrado un software de IA para mejorar la identificación automática de pólipos y su clasificación, como un método preventivo del CCR. Se concluyó que, la incorporación de la IA en el diagnóstico temprano de cáncer colorrectal, ha demostrado ser una herramienta prometedora para progresar en la precisión en el diagnóstico, incrementar índice de detección de lesiones premalignas y disminuir el riesgo de omisión de pólipos durante la colonoscopia. Además, los avances en tecnologías de IA y aprendizaje automático en el ámbito de la medicina, específicamente en la detección temprana de CCR, abren nuevas posibilidades para la medicina personalizada y la atención individualizada de los pacientes, colaborando de forma significativa a mejorar el bienestar de vida y la sobrevivencia de los afectados.

Palabras clave: cáncer colorrectal, inteligencia artificial, neoplasias colorrectales

ABSTRACT

This research explored the applicability of artificial intelligence (AI) in detecting colorectal cancer (CRC), considering that AI belongs to the field of computer science dedicated to developing systems and programs capable of simulating human cognitive activities to perform tasks autonomously and efficiently, especially in the field of medicine. Advances in AI are significantly growing in the field of digestive endoscopy and subcategories such as deep learning and neural networks, thus substantially contributing to the diagnosis of gastrointestinal diseases. These technological advances are envisioned as a potential virtual aid during real-time colonoscopy, improving the identification of adenomas. In the gastroenterology field, AI software has been integrated to enhance the automatic detection of polyps and their classification as a preventive method for CRC. It is concluded that the incorporation of AI in the early diagnosis of colorectal cancer has proven to be a promising tool to improve diagnostic accuracy, increase the detection rate of premalignant lesions, and reduce the risk of missing polyps during colonoscopy. Furthermore, advances in AI and machine learning technologies in the field of medicine, specifically in the early detection of CRC, expose new possibilities for personalized medicine and individualized patient care, contributing significantly to improving the quality of life and the survival of those affected.

Key words: colorectal cancer, artificial intelligence, colorectal neoplasms.

ÍNDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	10
2. MÉTODOLOGÍA	12
3. DESARROLLO DEL TRABAJO	13
3.1. Cáncer colorrectal.....	13
3.1. Factores de riesgo	13
3.1. Epidemiología.....	13
3.1. Fisiopatología	15
3.1. Métodos de diagnóstico	16
3.1. Aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico.....	18
4. CONCLUSIONES	23
5. BIBLIOGRAFÍA	24
6. ANEXOS	29

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación explora la aplicabilidad de la inteligencia artificial (IA) en la detección de cáncer colorrectal, considerando que la IA pertenece a un extenso campo de informática que tiene como fin en desarrollar programas y sistemas que tenga la capacidad de simular procesos cognitivos humanos, es decir, tareas de manera autónoma y eficiente, sobre todo en el área médica. Por otro lado, el CCR es una neoplasia de tipo maligno que evoluciona en la capa interna de estos órganos y suele ser clasificado mayoritariamente como adenocarcinoma. Por lo tanto, la revisión ofrece una perspectiva actualizada sobre otras investigaciones y avances en la detección temprana del cáncer de colorrectal, los cuales permitirán influir en las estrategias de salud pública dirigidas a la prevención de esta patología, destacando la importancia de adoptar tecnologías innovadoras para ofrecer resultados clínicos tempranos y el bienestar físico de los pacientes (1,2).

Según Global Cancer Observatory (GLOBOCAN) y Organización Mundial de la Salud (OMS) proyecta que en China se registrarán alrededor de 590,000 recientes casos de CCR en el año 2022. En Estados Unidos, se estima que un 23% de hombres y un 25% de mujeres desarrollarán y serán diagnosticados con CCR en los próximos años. En Guayaquil, Ecuador, el cáncer de recto y colon es frecuente y la tasa de mortalidad ha ido en aumento de forma constante, con cifras de 2.8/100,000 habitantes en 2009, 4/100,000 en 2012, 4.3/100,000 en 2015, y 3.9/100,000 en 2018, siendo el sexo femenino más perjudicado. Este tipo de cáncer ocupa el quinto lugar en prevalencia entre todos los tipos de cáncer, puesto que, en 2018, la tasa de incidencia por edad y género fue del 11.30% (3 – 6).

Los avances en inteligencia artificial han tenido un crecimiento significativo en el campo de endoscopia digestiva, y áreas como el aprendizaje profundo y las redes neuronales prometen contribuir de manera sustancial al diagnóstico de enfermedades gastrointestinales. Estos avances tecnológicos se perfilan como posibles asistentes virtuales durante la colonoscopia en vivo, mejorando la detección de adenomas, reduciendo la incidencia de CCR y, potencialmente, disminuyendo la aparición de neoplasias de intervalo (7).

Con base en lo anterior, el propósito es explorar la aplicación de la IA en la detección temprana del cáncer colorrectal, así como proporcionar información actualizada sobre su utilización en este ámbito y; por último, presentar investigaciones recientes sobre la inteligencia artificial y la identificación precoz de este tipo de cáncer, respondiendo a la interrogante: ¿De qué manera

los pacientes con cáncer colorrectal pueden ser abordados a través de la inteligencia artificial para un diagnóstico temprano?

2. MÉTODOLÓGÍA

Dentro de las palabras claves asociados a *Medical Subject Headings* (MeSH) los mismo que correspondieron a cáncer colorrectal e inteligencia artificial, con sus respectivas traducciones al inglés: *colorectal neoplasms* y *artificial intelligence*, las mismas que responden a la temática de investigación: Uso de inteligencia artificial en la detección temprana de cáncer colorrectal. Dentro de los operadores booleanos existentes, se utilizó el “AND” para incluir ambas variables de estudio con los algoritmos de búsqueda Scielo (“cancer colorrectal” [Mesh] AND “inteligencia” [Mesh]), Elsevier (“colorectal neoplasms” [Mesh] AND “artificial intelligence” [Mesh]), Pubmed (“colorectal neoplasms” [Mesh] AND “artificial intelligence” [Mesh]).

La búsqueda se ejecutó en bases de datos científicas y de alto impacto, las cuales correspondieron a Scielo, Elsevier y Pubmed, tomando en consideración los criterios de inclusión; a los artículos científicos que argumenten la investigación, publicados entre el 2018 y 2023, en las bases de datos establecidas y en idioma español e inglés. Por otro lado, dentro de los criterios de exclusión, se tomaron en consideración, a los artículos publicados en sitios web sin carácter científico, que no redacten argumento al tema a investigar, que no cumplen con los años establecidos y artículos sin lectura completa.

El período de búsqueda fue desde septiembre hasta octubre del año 2023, en donde se seleccionó y evaluó cada uno de los artículos mediante la aplicación de criterios de elegibilidad, es decir; inclusión y exclusión. De manera específica, en artículos que corresponde a la base de datos de Elsevier, se utilizó el sitio web de Scimago para considerar el cuartil de la revista en donde se realizó la publicación.

Al aplicar los algoritmos para la exploración en las diversas bases de datos, se evidenció en general 4557 artículos en la búsqueda inicial, de los cuales se descartaron o eliminaron 4502 debido a los criterios de inclusión y exclusión, quedando 55 artículos. Finalmente, se descartaron 7 artículos con los criterios establecidos ya que no guarda relación con el estudio. Como resultado, la revisión se basó en 48 artículos seleccionados, como se muestra en el anexo 1.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Cáncer colorrectal

El cáncer colorrectal, es una forma predominante de cáncer a nivel global, suele originarse en pólipos colónicos, como adenomas y serratos, que funcionan como lesiones precursoras. La prevención se enfoca en llevar a cabo tamizajes en la población de riesgo promedio, que abarca a individuos de entre 50 y 75 años sin síntomas ni antecedentes, y en identificar grupos específicos de alto riesgo. Estas neoplasias se derivan de lesiones como pólipos adenomatosos que deben ser eliminados para prevenir la enfermedad, y esto, se logra mediante procedimientos como la colonoscopia terapéutica (8,9).

Según lo expuesto, el CCR es una variante de neoplasia que impacta la mayor parte del colon y el recto, se encuentra entre los grupos más prevalentes a nivel global y se desarrolla gradualmente a lo largo de años a partir de pólipos, crecimientos anómalos en el revestimiento del colon o el recto. En ausencia de detección y tratamiento oportunos, el cáncer colorrectal puede extenderse a otras áreas del cuerpo y tener consecuencias mortales (10).

3.1. Factores de riesgo

La ingesta de productos ultraprocesados y ricos en grasas, como la comida rápida, aumenta el riesgo de padecer CCR en años posteriores, al igual que las dietas altas en grasas. En Corea del Sur, existe un mayor índice de la enfermedad debido a los hábitos de vida y al consumo elevado de azúcar, carne, alcohol y alimentos procesados. Varios estudios también indican que el sobrepeso es considerado un indicador de riesgo para el CCR, y la edad temprana también está asociada. Los individuos que presentan un índice de masa corporal (IMC) elevado tienen un mayor riesgo de padecer la enfermedad, al igual que aquellos con antecedentes familiares. En una revisión sueca, se encontró que las personas diagnosticadas con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) menores de 50 años presentaban un riesgo 3.5 veces mayor de desarrollar CCR (11 - 13).

3.1. Epidemiología

A nivel mundial el CCR es la tercera neoplasia maligna más detectada en el sexo masculino como en el femenino, es una de las causas primordiales de mortandad relacionada con el cáncer a nivel global. En el año 2020, el CCR fue el segundo tumor más común globalmente, con un índice de mortalidad de 12,0 por cada 100.000 habitantes. Se evidencia que, al realizar una colonoscopia, se identifican pólipos colorrectales con un porcentaje del 40% el sexo masculino

y un 30% en el sexo femenino, incluyendo pólipos hiperplásicos, adenomatosos, serrados, entre otros; siendo aproximadamente un 25% de estos pólipos de tipo adenomatoso (14).

La incidencia de cáncer colorrectal es significativamente alta en varones en comparación con las mujeres. Los registros realizados en Estados Unidos mencionan que el varón tiene una alta posibilidad de desarrollar CCR que las mujeres. En Asia, se evidencia un aumento de casos en ambos sexos; en Corea y Hong Kong, la incidencia en mujeres está en aumento, mientras que los hombres mantienen cifras estables. Respecto a la raza, se identificó un aumento de CCR en la población de raza blanca. Un análisis realizado en 2019 reveló que la incidencia y la supervivencia del CCR son similares entre las razas blanca y negra. La incidencia en el grupo hispano es del 2.4% en comparación con el 2% en la raza blanca (15 – 17).

En la última década, en naciones latinoamericanas como México, Chile, Brasil y Argentina, se evidencio una reducción en la prevalencia de CCR, como lo observado en Colombia, durante ese mismo año, el CCR ocupó el tercer puesto en frecuencia y mortalidad, representando el 10% y el 9,4% de los casos reportados, respectivamente, tanto en el sexo masculino como el femenino, a diferencia de lo observado en Ecuador, que registró un aumento según el informe más reciente presentado a la OMS en el 2012; además, en un estudio realizado en la capital se observó un grupo de 1601 pacientes con cáncer de colon en el período 2016-2019 (18,19).

Esta enfermedad conlleva una importante mortalidad y morbilidad, las cuales pueden ser reducidas mediante un diagnóstico temprano con una prueba de detección efectiva. Además, tanto la invasión tumoral como la evaluación inmunológica en el margen invasivo del tumor están estrechamente relacionadas con el pronóstico del paciente (20,21).

Según lo descrito anteriormente, el cáncer colorrectal, es un tumor maligno muy común en ambos sexos, considerada como una causa primordial de mortalidad relacionada con el cáncer a nivel global. Durante el año 2020, esta enfermedad se posicionó en segundo lugar en términos de incidencia a nivel mundial. La colonoscopia se presenta como una herramienta diagnóstica esencial para la detección de pólipos colorrectales, incluidos los de tipo adenomatoso, con implicaciones pronósticas significativas. La detección temprana mediante pruebas efectivas es crucial para reducir la morbilidad y mortalidad asociadas con el cáncer colorrectal. La invasión tumoral y la evaluación inmunológica en el margen invasivo del tumor son factores críticos que pueden influir en la evolución clínica de la enfermedad (21).

3.1. Fisiopatología

El CCR es una neoplasia que tiene inicio en el colon o en el recto, partes importantes del sistema digestivo. Su fisiopatología implica una serie de alteraciones a nivel celular y molecular que conducen a la formación y progresión de tumores malignos en esta región. Por lo general, el cáncer colorrectal comienza a partir de lesiones precancerosas conocidas como pólipos, que pueden ser de diferentes tipos y que, de no ser tratados, pueden evolucionar hacia un cáncer. Este proceso de transformación está asociado con las alteraciones de genéticas en las células del revestimiento del colon o recto, las cuales afectan genes clave involucrados en la regulación del desarrollo y multiplicación celular (22).

Además, en la fisiopatología del cáncer colorrectal se han identificado diversas vías moleculares alteradas que desempeñan un papel fundamental en la progresión tumoral. Estas incluyen la vía de señalización de Wnt, la vía de señalización de EGFR, la vía de señalización de PI3K/Akt, entre otras, que pueden estar activadas de manera anómala en las células cancerosas, promoviendo su crecimiento descontrolado. Asimismo, la inestabilidad genómica es un rasgo común en este tipo de cáncer, exponiendo cambios en las cifras de copias de ADN, reordenamientos cromosómicos y mutaciones en genes reparadores de ADN, lo que contribuye a la heterogeneidad genética de los tumores y a su capacidad de evadir los mecanismos de control celular (22).

El microambiente tumoral también juega un papel relevante en la fisiopatología del cáncer colorrectal, ya que la interacción entre las células cancerosas, las células inmunes, las células del estroma puede favorecer la proliferación, invasión y metástasis de las células tumorales. En general, estos aspectos de la fisiopatología del cáncer colorrectal subrayan la complejidad de los mecanismos que subyacen a esta enfermedad y resaltan la importancia de comprender estos procesos para el desarrollo de estrategias terapéuticas más efectivas y personalizadas contra el cáncer colorrectal. De acuerdo a su estadio, el cáncer colorrectal se puede clasificar tomando en consideración la penetración máxima, la presencia de metástasis en ganglios linfáticos y metástasis a distancia. Al respecto, en la tabla 1 se establece la estadificación del cáncer colorrectal (22).

Tabla 1. Estadios de cáncer colorrectal

Estadio	Tumor	Metástasis en ganglios linfáticos regionales	Metástasis a distancia
0	Tis	N0	M0
I	T1 o T2	N0	M0
II	T3 – T4	N0	M0
III	Cualquier T	N1-N2	M0
IV	Cualquier T	Cualquier N	M1

Fuente. Elaboración propia. Tomado de: Manual MSD (23).

3.1. Métodos de diagnóstico

La colonoscopia es un procedimiento esencial para detectar de forma temprana el cáncer colorrectal y los pólipos adenomatosos, aunque enfrenta limitaciones en la detección de pólipos más pequeños o planos. Por otro lado, ciertas restricciones, tales como, presencia de heces o moco en el colon, así como las limitaciones en la preparación intestinal del enfermo antes de la colonoscopia, la experiencia y habilidad del endoscopista que realiza el procedimiento, aumentan la probabilidad de no identificar pólipos menores de 10 mm o de tipo plano los cuales podrían no ser detectados durante la inspección visual (24).

Además, hay diversas técnicas de diagnóstico para el cáncer colorrectal, como las pruebas de sangre oculta en las heces pequeñas cantidades de sangre que pueden no se pueden observar a simple vista, pero que podrían ser indicativas de la presencia de pólipos precancerosos o de cáncer en el colon o recto; mientras que, la sigmoidoscopia se centra en el recto y sigmoides, y la exploración por imagen como es la resonancia magnética y tomografía computarizada que evalúan la propagación del cáncer en el cuerpo (24).

En cuanto a las pruebas de sangre, los pacientes con alto riesgo de CCR pueden ser identificados mediante análisis de sangre y datos demográficos específicos. El hemograma completo (CSC) es una prueba de laboratorio útil para identificar pacientes en riesgo, especialmente cuando hay anemia microcítica por deficiencia de hierro. La IA puede ser útil en la interpretación de los resultados del hemograma completo y otras pruebas de sangre, permitiendo una evaluación más precisa de los pacientes con mayor riesgo de padecer CCR y mejorando la eficiencia en la identificación temprana de la enfermedad (25).

La colonoscopia es un método de diagnóstico de cáncer colorrectal (CCR) de referencia debido a su alta sensibilidad, especificidad y capacidad para visualizar directamente y actuar sobre las lesiones cancerosas y precancerosas mediante biopsias y resección de pólipos. Varios estudios han demostrado que la colonoscopia reduce significativamente la prevalencia y mortalidad de CCR. Sin embargo, los pólipos planos o de tamaño pequeño pueden no ser detectados fácilmente por el ojo humano, lo que puede llevar a una tasa de error del 22% en pólipos de cualquier tamaño detectados mediante colonoscopia, según una revisión sistemática y un metaanálisis. La inteligencia artificial (IA) se está utilizando para mejorar la identificación de pólipos durante la colonoscopia, lo que puede aumentar la precisión y reducir los errores en la identificación de lesiones (26).

Un estudio retrospectivo de casos y controles menciona que los pacientes con CCR presentaban una amplitud de distribución de glóbulos rojos (RDW) elevada y anemia. Los pacientes con CCR en el lado derecho tenían un RDW más alto, y se observó que los pacientes con CCR tenían un mayor riesgo de mortalidad. La IA puede ser utilizada para analizar grandes conjuntos de datos de pacientes con CCR y encontrar patrones que ayuden a identificar factores de riesgo específicos, lo que puede mejorar la predicción de la mortalidad y el desarrollo de estrategias de tratamiento personalizadas (27).

La colonografía por tomografía computarizada (CTC) es una prueba de imagen no invasiva para detectar CCR. Un estudio combinó el análisis de Haralick que constituyen una forma de describir la distribución de píxeles de una imagen en términos de correlación espacial entre los rangos de intensidad de los píxeles de una imagen, en conjunto con CTC para diferenciar entre lesiones según sus características presentes. El estudio también exploró el uso de derivados de alto orden, como el gradiente y la curvatura, para mejorar la detección de tumores. La CTC con análisis de textura mejoró la sensibilidad de detección de tumores, mostrando una mayor precisión a medida que disminuía la forma de las tumoraciones. La IA puede ser empleada para analizar las imágenes obtenidas mediante CTC y detectar de forma automática lesiones sospechosas, lo que agiliza el proceso de diagnóstico y reduce la probabilidad de errores en la interpretación de las imágenes (28).

La cápsula endoscópica de colon (CCE) es un procedimiento mínimamente invasivo que se puede utilizar como método de detección de CCR en pacientes con colonoscopia incompleta o contraindicación para la sedación. Aunque la CCE requiere más laxantes que la colonoscopia y la CTC, su interpretación manual de imágenes aumenta el riesgo de error. Las técnicas de IA pueden automatizar la interpretación de resultados, como se demostró en un estudio que

desarrolló un algoritmo de red neuronal convolucional (CNN) para la identificación automática de pólipos. Este algoritmo mostró una alta precisión, sensibilidad y especificidad para la localización de pólipos en comparación con la detección manual. La implementación de IA en la interpretación de imágenes de la cápsula endoscópica de colon puede mejorar la detección de pólipos y lesiones, facilitando el diagnóstico precoz de CCR en pacientes que se someten a este método de detección (29).

3.1. Aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico

La digitalización generalizada en el ámbito de la atención médica está generando una gran cantidad de datos que, junto con una informática de alto rendimiento accesible, facilitan el empleo de tecnologías de la IA. Al mejorar la precisión en el diagnóstico y reducir tanto los tiempos como los costos, la implementación de la IA podría ayudar a abordar las actuales deficiencias en el manejo de las metástasis hepáticas del cáncer colorrectal. Esta enfermedad, altamente prevenible, se beneficiaría de las técnicas asistidas por IA en los exámenes de detección de rutina para reducir las tasas de incidencia de esta neoplasia maligna. Se han creado sistemas de detección y caracterización asistidos por computadora con el propósito de incrementar la tasa de detección de adenomas (30).

Por otro lado, el tratamiento de CCR está evolucionando con la introducción de la cirugía robótica y nuevas técnicas de administración de fármacos asistidas por computadora. Al mismo tiempo, la medicina se dirige rápidamente hacia la personalización o precisión en la atención médica. Los modelos de aprendizaje automático tienen el potencial de contribuir a la atención individualizada del cáncer y transformar el futuro de la medicina (30).

El desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial ha tenido una impresión relevante en el sector de la medicina, especialmente en el tratamiento y diagnóstico del CCR y otros tipos de cáncer. La implementación generalizada de la tecnología de IA en estos procesos ha despertado un gran interés. La IA se ha utilizado ampliamente en el área de gastroenterología para llevar a cabo análisis endoscópicos destinados a diagnosticar diferentes condiciones gastrointestinales, incluyendo cánceres intestinales, pólipos premalignos, lesiones inflamatorias y hemorragias. Además, se han realizado predicciones sobre las respuestas al tratamiento y los pronósticos de los pacientes mediante la combinación de múltiples algoritmos de IA. Debido al veloz progreso tecnológico, la IA ha experimentado un desarrollo exitoso en diversas áreas, incluyendo la medicina. En la especialidad de gastroenterología, se ha incorporado software de IA en sistemas

asistidos por computadora con el propósito de mejorar la detección automática de pólipos y su clasificación como una medida preventiva en el cáncer colorrectal (30).

Diversas investigaciones indican que alrededor del 25 % de los pólipos colorrectales pueden pasar desapercibidos durante una colonoscopia, incrementando el riesgo de cáncer de intervalo. Por esta razón, se enfatiza la importancia de poseer un segundo asistente, como un sistema de IA, para reducir las posibilidades de no detectar estos pólipos y prevenir eficazmente el cáncer de colon. La detección asistida por computadora (DAC) se presenta como un instrumento prometedor para respaldar a los endoscopistas en la identificación y distribución histológica de los pólipos colorrectales. En el transcurso del año, se han desarrollado diversas tecnologías que han generado grandes perspectivas en las comunidades científicas en cuanto a su utilidad. A pesar de que la colonoscopia es esencial en la detección y prevención del CCR, no es infalible y está sujeta a diversas variables como la técnica de la exploración y la pericia del endoscopista. La IA ha surgido como un apoyo al método de colonoscopia, ofreciendo una opción atractiva para normalizar la práctica y mejorar la consistencia en los resultados (31).

Los sistemas de detección asistida por computadora han demostrado resultados prometedores al incrementar las cifras de detección de adenomas (ADR) y reducir las equivocaciones en su identificación. Esto podría mejorar la sensibilidad de los exámenes endoscópicos y presentar una reducción el riesgo de CCR de intervalo. Además, se ha introducido la caracterización asistida por computadora para diferenciar entre lesiones adenomatosas y no adenomatosas en tiempo real mediante técnicas avanzadas de imágenes endoscópicas. También se han desarrollado sistemas de calidad asistidos por computadora con el propósito de estandarizar aspectos como el tiempo de espera y la preparación intestinal en la colonoscopia (32).

La integración de inteligencia artificial y detección asistida por computadora (CAD) ha demostrado ser altamente prometedora en el diagnóstico de CCR. Esta combinación puede mejorar la identificación y clasificación de pólipos al trabajar en conjunto con la colonoscopia y diversas modalidades endoscópicas avanzadas, como imágenes de banda estrecha con aumento, endocitoscopia, endomicroscopía confocal, espectroscopia de fluorescencia inducida por láser y cromoendoscopia con aumento. La colaboración en equipos multidisciplinarios que incluyan oncólogos clínicos, investigadores, bioinformáticos y especialistas en programación de IA y aprendizaje automático (ML) autorizará próximamente terapias personalizadas e individualizadas, con la finalidad de mejorar el estado físico y sobrevida. Una ventaja de estos equipos es que el personal médico no necesita tener conocimientos de programación, solo saber

cómo solicitar a los programadores lo necesario y cómo utilizar los programas disponibles para lograr avances que anteriormente parecían ser solo posibles en la ciencia ficción (33).

En el campo de la endoscopia digestiva, los sistemas de IA están experimentando un crecimiento exponencial y subcategorías como el aprendizaje profundo y las redes neuronales prometen ofrecer avances significativos en el diagnóstico de enfermedades gastrointestinales. Estas nuevas técnicas se presentan como ayudantes virtuales en el transcurso de la colonoscopia en tiempo real, lo que puede contribuir a mejorar el diagnóstico de adenomas, disminuir la tasa de diagnósticos de carcinoma colorrectal y posiblemente aminorar la repetición de neoplasias de intervalo (34).

Los modelos de aprendizaje automático pueden ser seleccionados según el tamaño de pólipo deseado, lo que puede proporcionar sugerencias adicionales y posibles tamaños de adenomas. La aplicación de una transformación basada en el estimador de densidad del Kernel (KDE) puede evaluar biomarcadores y factores de fondo (como estilos de vida saludables) para ofrecer recomendaciones para prevenir el crecimiento de adenomas colorrectales. Los datos proporcionados por los modelos de inteligencia artificial pueden ayudar a reducir la carga laboral de los profesionales de la salud y puede ser implementada en sistemas de salud con recursos limitados. Además, la estratificación del riesgo puede contribuir a optimizar la eficiencia de los recursos destinados a la colonoscopia de cribado (35).

Un estudio realizado en Colombia, se resaltó la importancia de la minería de datos, específicamente a través de árboles de decisión, para reconocer las variables que contribuyen en la manifestación del cáncer colorrectal. Se observó que estas variables afectan de manera no uniforme y que cada forma de cáncer presenta sus propias características. Por ejemplo, se mencionó que, en el caso de un cáncer difuso, tiende a manifestarse en etapas más tempranas y que los factores genéticos pueden desempeñar un papel más significativo que los ambientales (36).

El crecimiento de referencias clínicas y en la evolución en el aprendizaje automático han demostrado un gran potencial en diversas áreas clínicas del cáncer colorrectal, permitiendo que las máquinas apoyen al personal médico en tareas críticas como la identificación de pólipos, diagnóstico, estadificación, evaluación terapéutica, así como la predicción de recurrencia y supervivencia. A pesar de que la inteligencia artificial tiene un potencial transformador en este campo clínico, su aplicación práctica aún está en una fase inicial. Se identifican desafíos como

la validación y generalización de modelos predictivos, la creación de modelos interpretables, la evaluación prospectiva y multicéntrica, y la gestión segura de datos clínicos (37).

Las herramientas basadas en IA para detectar lesiones colorrectales pueden ser útiles para incrementar la detección de lesiones premalignas en programas de cribado poblacional de cáncer colorrectal. Estas herramientas han mostrado mejoras en la identificación de lesiones serradas proximales y de adenomas no avanzados, lo que sugiere la posibilidad de mejorar en el diagnóstico temprano de esta patología (38).

Asimismo, la IA tiene la capacidad de mejorar la detección de adenomas durante la colonoscopia, apoyando a los endoscopistas a impedir el extravío de pólipos y a realizar diagnósticos precisos de lesiones sospechosas. Aunque los estudios sobre el aprendizaje profundo en la predicción de metástasis en ganglios linfáticos en cáncer colorrectal son escasos, se vislumbra un potencial en este ámbito (39,40).

En un estudio que buscaba realizar una investigación controlada, aleatoria y multicéntrica sobre la eficiencia de la IA en la colonoscopia para la detección de cáncer colorrectal en 3059 participantes, se descubrió que la colonoscopia guiada por IA mejoró de manera significativa en la identificación de adenomas en general, incluyendo los casos avanzados (41).

En una búsqueda adicional, se examinó el resultado de la IA en la tasa de errores en la detección de neoplasias colorrectales en 230 participantes, de los cuales 116 se sometieron a colonoscopia asistida por IA y 114 a colonoscopia convencional. Los resultados revelaron que la IA disminuyó en aproximadamente la media tasa de errores en la detección de neoplasias colorrectales, lo que respalda su capacidad para progresar la precisión de reconocer lesiones pequeñas y sutiles durante la colonoscopia estándar (42).

En conclusión, la tecnología de inteligencia artificial ha evolucionado rápidamente desde su introducción y sigue siendo objeto de investigación continua. Se anticipa que los sistemas asistidos por IA no solo mejorarán la detección y clasificación automática de pólipos, sino que también ayudarán a prevenir la omisión de lesiones por parte de los endoscopistas y a ofrecer diagnósticos más precisos (43,44).

Estas capacidades de la IA tienen el potencial de incrementar la detección de adenomas y reducir los costos asociados con la extirpación de pólipos hiperplásicos. Además, se ha comprobado que la IA destaca en la estadificación, diagnóstico y segmentación del cáncer colorrectal (45,46).

Según la evidencia disponible, la incorporación de la IA como una herramienta de apoyo en la detección de neoplasias colorrectales conlleva un incremento importante en la tasa de localización de estas lesiones, sin importar las características específicas del adenoma. La constante evolución y mejora de la IA en el campo de la endoscopia prometen continuar transformando y mejorando la precisión y eficacia de los procedimientos de detección y diagnóstico en el cáncer colorrectal (47,48).

4. CONCLUSIONES

La integración exitosa de la inteligencia artificial en la detección temprana de cáncer colorrectal constituye un hito significativo en la medicina moderna. Los avances en tecnologías de IA muestran mejoras en la precisión en el diagnóstico, permitiendo identificar lesiones malignas de forma temprana. La inteligencia artificial ha demostrado reducir el riesgo de omisión de lesiones durante procedimientos como la colonoscopia, contribuyendo a una detección más efectiva y tratamiento oportuno.

Estos avances respaldan la importancia de seguir explorando y desarrollando la IA en este campo, para mejorar programas de detección precoz, impactando positivamente en la salud de los pacientes. A pesar de desafíos en la implementación, estudios respaldan el potencial transformador de la IA en oncología, con resultados prometedores que indican un futuro donde la inteligencia artificial jugará un papel crucial en la identificación precoz y tratamiento del cáncer colorrectal.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Peng L, Jia Z, Tong H, Song L, Zhe Y. Application of Artificial Intelligence in Medicine: An Overview. *Curr Med Sci.* 2021; 41(6): 1105–1115.
2. Gupta S. Screening for Colorectal Cancer. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2022; 36(3): 393-414.
3. Sung H, Ferlay J, Siegel R, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* 2021; 71(3): 209-249.
4. Reich M, Buki L. Colorectal cancer screening in Uruguay: current assessment and roadmap for the future. *Psicologia: Reflexão e Crítica.* 2021; 34(20).
5. Sociedad de Lucha Contra el Cáncer del Ecuador. Mortalidad por Cáncer de Colon – Recto en Guayaquil. Sociedad de Lucha Contra el Cáncer del Ecuador. 2019; 34(1).
6. Bayas GV, Bayas MB, Jimbo G, García , Amalio F. Caracterización clínica y epidemiológica de los pacientes con cáncer de colon. *Revista Médica Científica Cambios.* 2022; 21(2): e886.
7. Cepeda R. Inteligencia artificial en la detección de pólipos colónicos: qué dicen los estudios. *Revista Colombiana de Gastroenterología.* 2021; 36(1): 2-6.
8. Laudanno O, Pucci B, Brayer S. Detección y vigilancia pospolipectomía de pólipos colónicos. *Acta Gastroenterol Latinoam.* 2022; 52(1): 21-35.
9. Gómez MA, Cano DF, Bravo DF, Ruano J, Romero E. Detección automática de pólipos colorrectales con técnicas de inteligencia artificial. *Revista Colombiana De Gastroenterología.* 2021; 36(1): 7–17.
10. Viscaino M, Bustos JT, Muñoz P, Cheein CA, Cheein FA. Artificial intelligence for the early detection of colorectal cancer: A comprehensive review of its advantages and misconceptions. *World J Gastroenterol.* 2021; 27(38): 6399–6414.
11. Sung J, Chiu H, Jung K, Jun J, Sekiguchi M, Matsuda T. Increasing trend in young-onset colorectal cancer in Asia: More cancers in men and more rectal cancers. *Am J Gastroenterol.* 2019; 114(2): 322-329.
12. Muller C, Ihionkhan E, Stoffel E, Kupfer S. Disparities in early-onset colorectal cancer. *Cells.* 2021; 10(5): 10-18.

13. Romaguera D, Fernández S, Gracia E, Vendrell E, Azpiri M, Ruiz E. Consumption of ultra-processed foods and drinks and colorectal, breast, and prostate cancer. *Clin Nutr.* 2021; 40(4): 1537-1545.
14. Mitsala A, Tsalikidis C, Pitiakoudis M, Simopoulos C, Tsaroucha A. Artificial Intelligence in Colorectal Cancer Screening, Diagnosis and Treatment. A New Era. *Curr Oncol.* 2021; 28(3): 1581-1607.
15. Li H, Boakye D, Chen X, Jansen L, Chang J, Hoffmeister M. Associations of body mass index at different ages with early-onset colorectal cancer. *Gastroenterology.* 2022; 164(4): 1088-1097.
16. Ali U, Fallah M, Tian Y, Sundquist K, Sundquist J, Brenner H. Personal history of diabetes as important as family history of colorectal cancer for risk of colorectal cancer: A nationwide cohort study. *Am J Gastroenterol.* 2020; 115(7): 1103-1109.
17. Spaander M, Zauber A, Syngal S, Blaser M, Sung J, You Y. Young-onset colorectal cancer. *Nat Rev Dis Primers.* 2023; 93(1): 21.
18. Márquez A, Guerrero S, Burgos R, Campillo J, Bustos A, García M, et al. Actualización en la tamización del cáncer colorrectal. *Revista Colombiana de Cancerología.* 2023; 27(3): 291-300.
19. Cuji W, Díaz J. Producción científica latinoamericana sobre adenocarcinoma colorrectal: un análisis bibliométrico de 11 años. *INSPIPILIP Revista Ecuatoriana de Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud Pública.* 2024; 8(25): 12-20.
20. Goyal H, Mann R, Gandhi Z, Perisetti A, Ali A, Ali KA, et al. Scope of Artificial Intelligence in Screening and Diagnosis of Colorectal Cancer. *J Clin Med.* 2020; 9(10): 3313.
21. Ye Y, Wu X, Wang H, Ye H, Zhao K, Yao S, et al. Artificial intelligence-assisted analysis for tumor-immune interaction within the invasive margin of colorectal cancer. *Ann Med.* 2023; 55(1): 2215541.
22. Ordovás J, Moreno C, Corbatón L, Ladrero I, Morella Á, Luna J. Fisiopatología, diagnóstico y prevención del cáncer colorrectal en atención primaria. *Revista Sanitaria de Investigación.* 2023; 4(12).
23. Manual MSD. Estadificación del cáncer colorrectal. [Internet]; 2020. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es->

ec/professional/multimedia/table/estadificaci%C3%B3n-del-c%C3%A1ncer-colorrectal.

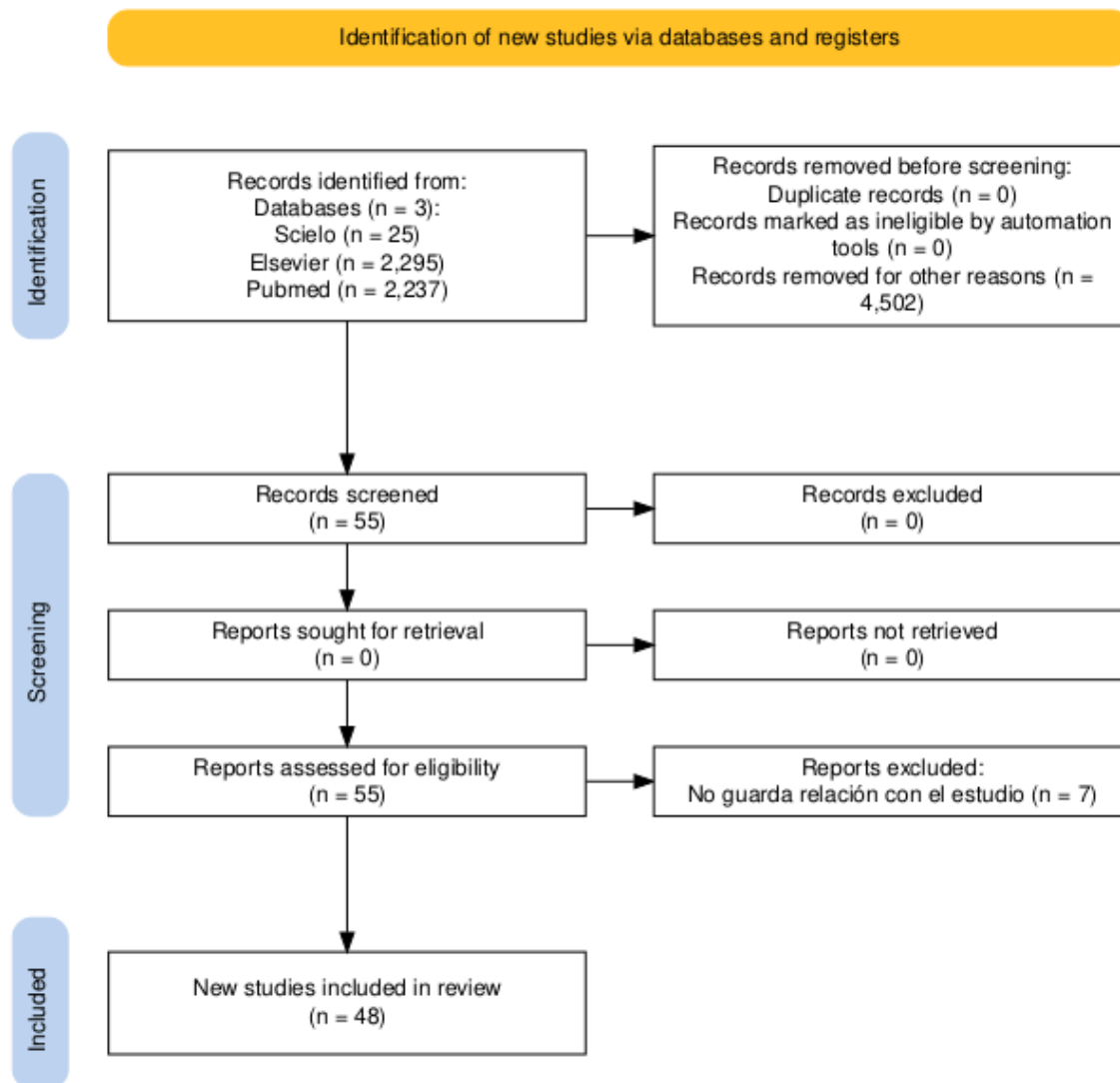
24. Rompianesi G, Pegoraro F, Ceresa C, Montalti R, Troisi RI. Artificial intelligence in the diagnosis and management of colorectal cancer liver metastases. *World J Gastroenterol.* 2022; 28(1): 108–122.
25. Dulai P, Sandborn W, Gupta S. Colorectal cancer and dysplasia in inflammatory bowel disease: A review of disease epidemiology, pathophysiology, and management. *Cancer Prev Res (Phila).* 2018; 9(12): 887-894.
26. Abdelbary M, Hamdy S, Shehab H, ElGarhy N, Menesy M, Marzaban R. Técnicas colonoscópicas para la detección de pólipos: un estudio egipcio. *Revista de Gastroenterología de México.* 2021; 86(1): 36-43.
27. Goyal H, Lippi G, Gjymishka A, John B, Chhabra R, May E. Prognostic significance of red blood cell distribution width in gastrointestinal disorders. *World J Gastroenterol.* 2017; 23(27): 4879–4891.
28. Taylor S, Iinuma G, Saito Y, Zhang J, Halligan S. CT colonography: computer-aided detection of morphologically flat T1 colonic carcinoma. *Eur Radiol.* 2019; 18(8): 1666-73.
29. Blanes V, Baatrup G, Nadimi E. Addressing priority challenges in the detection and assessment of colorectal polyps from capsule endoscopy and colonoscopy in colorectal cancer screening using machine learning. *Acta Oncol.* 2019; 58(1): S29-S36.
30. Sharma A, Kumar R, Yadav G, Garg P. Artificial intelligence in intestinal polyp and colorectal cancer prediction. *Cancer Lett.* 2023; 1(565): 216-238.
31. Sánchez C, Bernal J, García A, Córdova H, Fernández G. Revisión de métodos computacionales de detección y clasificación de pólipos en imagen de colonoscopia. *Gastroenterología y Hepatología.* 2020; 43(4): 222-232.
32. Maida M, Marasco G, Facciorusso A, Shahini E, Sinagra E, Pallio S. Effectiveness and application of artificial intelligence for endoscopic screening of colorectal cancer: the future is now. *Expert Review of Anticancer Therapy.* 2023; 23(7): 719–729.
33. Lüthy I. Inteligencia artificial y aprendizaje de máquina en diagnóstico y tratamiento del cáncer. *MEDICINA.* 2022; 82(5): 798-800.
34. Cepeda R. Inteligencia artificial en la detección de pólipos colónicos: qué dicen los estudios. *Revista colombiana de Gastroenterología.* 2021; 36(1): 2–6.

35. Tokutake K, Morelos A, Hoshi K, Katouda M, Tejima S, Endo M. Artificial intelligence for the prevention and prediction of colorectal neoplasms. *Journal of Translational Medicine*. 2023; 21(431): 2-11.
36. Castrillón O, Castillo L, Castaño C. Minería de datos aplicada a la detección de cáncer gástrico. *Información tecnológica*. 2022; 33(4): 151-160.
37. Qiu H, Ding S, Lui J, Wang L, Wang X. Applications of Artificial Intelligence in Screening, Diagnosis, Treatment, and Prognosis of Colorectal Cancer. *Curr Oncol*. 2022; 29(3): 1773-1795.
38. García , Pérez , Sendra. Utilidad de la inteligencia artificial para la detección de pólipos en el programa de cribado de cáncer colorrectal. *SAPD*. 2023; 46(5): 297-302.
39. Gan P, Li P, Xia H, Zhou X, Tang X. The application of artificial intelligence in improving colonoscopic adenoma detection rate: Where are we and where are we going. *Gastroenterol Hepatol*. 2023 ; 46(3): 203-213.
40. Bedrikovetski S, Dudi N, Kroon H, Seow W, Vather R, Carneiro G, et al. Artificial intelligence for pre-operative lymph node staging in colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cancer*. 2021; 21(1): 1058.
41. Xu H, Tang R, Lam T, Zhao G, Lau J, Liu Y, et al. Artificial Intelligence-Assisted Colonoscopy for Colorectal Cancer Screening: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2023; 21(2): 337-346.
42. Wallace M, Sharma P, Bhandari P, East J, Antonielli G, Lorenzetti R, et al. Impact of Artificial Intelligence on Miss Rate of Colorectal Neoplasia. *Gastroenterology*. 2022; 63(1): 295-304.
43. Shung D, Byrne M. How Artificial Intelligence Will Impact Colonoscopy and Colorectal Screening. *Gastrointestinal Endoscopy Clinics*. 2020; 30(3): 585-595.
44. Wagner D, Margonis GA. Gene Alterations, Mediators, and Artificial Intelligence in Colorectal Liver Metastases. *Cells*. 2022; 11(14): 2205.
45. Wang K, Dong M. Potential applications of artificial intelligence in colorectal polyps and cancer: Recent advances and prospects. *World J Gastroenterol*. 2020; 26(34): 5090–5100.
46. Roshan A, Byrne M. Artificial intelligence in colorectal cancer screening. *CMAJ*. 2022; 194(43): E1481–E1484.

47. Hassan C, Spadaccini M, Iannone A, Maselli R, Jonavi M, Chandrasekar VT, et al. Performance of artificial intelligence in colonoscopy for adenoma and polyp detection: a systematic review and meta-analysis. *Gastrointest Endosc.* 2021; 93(1): 77-85.
48. Waljee A, Weinheimer E, Abubakar A, Ngugi A, Siwo G, Kwakye G, et al. Artificial intelligence and machine learning for early detection and diagnosis of colorectal cancer in sub-Saharan Africa. *Gut.* 2022; 71(7): 1259-1265.

6. ANEXOS

Anexo 1. Artículos excluidos e incluidos.



Fuente: Elaboración propia en la aplicación PRISMA Flow Diagram

https://estech.shinyapps.io/prisma_flowdiagram/

Anexo 2. Tabla de selección de estudios.

Número	Año de Publicación	Autor	Título de estudio	Nombre de la revista	Cuartil	Incluido	Excluido	Motivo de exclusión
1	2021	Atanasia Mitsala, Christos Tsalikidis, Michail Pitiakoudis, Constantinos Simopoulos, Alexandra K Tsaroucha	Artificial Intelligence in Colorectal Cancer Screening, Diagnosis and Treatment. A New Era	Curr Oncol	-	X	-	-
2	2021	Michelle Viscaino, Javier Torres Bustos, Pablo Muñoz, Cecilia Auat Cheein, Fernando Auat Cheein	Artificial intelligence for the early detection of colorectal cancer: A comprehensive review of its advantages and misconceptions	Mundo J Gastroenterol	-	X	-	-
3	2020	Hemant Goyal, Rupinder Mann, Zainab Gandhi, Abhilash Periseti, Aman Ali, Khizar Aman Ali, Neil Sharma, Shreyas Saligram, Benjamin Tharian, y	Scope of Artificial Intelligence in Screening and Diagnosis of Colorectal Cancer	J Clin Med	-	X	-	-

		Sumant Inamdar						
4	2022	Isabel A. Lüthy	Inteligencia artificial y aprendizaje de máquina en diagnóstico y tratamiento del cáncer	Medicina (Buenos Aires)	-	X	-	-
5	2021	Gómez-Zuleta Martín Alonso, Cano-Rosales Diego Fernando, Bravo-Higuera Diego Fernando, Ruano-Balseca Josué André, Romero-Castro Eduardo.	Técnicas de inteligencia artificial para la detección automática de pólipos colorrectales	Revista colombiana de Gastroenterología	-	X	-	-
6	2021	Ricardo Cepeda-Vásquez	Inteligencia artificial en la detección de pólipos colónicos: qué dicen los estudios	Asociación Colombiana de Gastroenterología	-	X	-	-
7	2020	Martín Alonso Gómez, Diego Fernando Cano, Diego Fernando Bravo-Higuera	Detección automática de pólipos colorrectales con técnicas de inteligencia artificial	Revista Colombiana de Gastroenterología	-	X	-	-
8	2020	Cristina Sánchez-Montesa,	Revisión de métodos computacional	Gastroenterología y Hepatología	Q3	X	-	-

		Jorge Bernal, Ana García-Rodríguez, Henry Córdova, Gloria Fernández-Esparra	es de detección y clasificación de pólipos en imagen de colonoscopia					
9	2022	Omar D. Castrillón, Luis F. Castillo, Carlos E. Castaño	Minería de datos aplicada a la detección de cáncer gástrico	Información tecnológica	-	X	-	-
10	2022	Oscar Laudanno, Betiana Pucci, Santiago Brayer	Detección y vigilancia pospolipectomía de pólipos colónicos	Acta Gastroenterología Latinamericana	Q4	X	-	-
11	2021	Luisa Fernanda Sánchez Peralta	Mejoras en la detección, localización y segmentación automática de pólipos colorrectales basadas en técnicas de aprendizaje profundo	Universidad de Extremadura	-	X	-	-
12	2023	J.M. García Ortiz, D Pérez Palacios, Carmen Sendra Fernández	Utilidad de la inteligencia artificial para la detección de pólipos en el programa de cribado de cáncer colorrectal.	Revista andaluza de patología digestiva	-	X	-	-
13	2023	Gana, Peiling; Lia, Peiling; Xiaa, Huifang;	The application of artificial intelligence in improving colonoscopic	Gastroenterol. Hepatol	Q3	X	-	-

		Zhoua, Xian; Tang, Xiaowei.	adenoma detection rate					
14	2022	Gianluca Rompianesi, Francesca Pegoraro, Carlo Di Ceresa, Roberto Montalti, Roberto Iván Troisi	Artificial intelligence in the diagnosis and management of colorectal cancer liver metastases	Mundo J Gastroenterol	-	X	-	-
15	2023	Anju Sharma, Rajnish Kumar, Garima Yadav, Prabha Garg	Artificial intelligence in intestinal polyp and colorectal cancer prediction	cáncer lett	-	X	-	-
16	2021	Serguéi Bedrikovetski, Nagendra N Dudi- Venkata, Hidde M Kroon, Warren Seow, ryash vather, Gustavo Carneiro, James Moore, Tarik Sammour	Artificial intelligence for pre-operative lymph node staging in colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis	BMC Cancer	-	X	-	-
17	2023	Hong Xu , Raymond SY Tang , Thomas YT Lam , Guijun Zhao , James YW	Artificial Intelligence- Assisted Colonoscopy for Colorectal Cancer Screening: A Multicenter	Clin Gastroenterol Hepatol	-	X	-	-

		Lau , Yun Peng Liu , Qi Wu , Long Rong , Weiran Xu , Xueli , Sunny H Wong , Shun Tian Cai , Jing Wang , Guan Yi Liu , Tantan Ma , Xiong Liang , Joyce WY Mak , Hongzhi Xu , Peng Yuan , Cao hormiguea nte , Fu Dong Li , zhenshi ye , Zhang Shutian, Joseph JY Sung	Randomized Controlled Trial					
18	2023	Marcello Maida, Giovanni Marasco, Antonio Faccioruss o, Endrit Shahini, Emanuele Sinagra, Sócrates Palio, Daryl Ramai, Alberto Muriño	Effectiveness and application of artificial intelligence for endoscopic screening of colorectal cancer: the future is now	Experto Rev Anticáncer Ther	-	X	-	-
19	2022	Michael Wallace, Prateek Sharma, Pradeep Bhandari,	Impacto de la inteligencia artificial en la tasa de fallos	Gastroenterol ogía	-	X	-	-

		James Este, Giulio Antonelli, Roberto Lorenzetti, Michael Vieth, Ilaria Esperanza, Marco Spadaccini, Madhav Desai, Frank Lukens, Genci Babameto, margarita batista, Davinder Singh, Guillermo Palmer, Francisco Ramírez, Rebeca Palmer, Tisha Lunsford , Kevin Ruff , Elizabeth Bird- Lieberman n , Víctor Ciofoaia , Sofia Arndtz , David Cangemi, Kirsty Puddick, Gregorio Derfus , Amitpal S Johal, Mohamme d Barawi , luigi longo, luigi moro , Alessandro Repici dieciséis,	de neoplasia colorrectal					
--	--	---	-----------------------------	--	--	--	--	--

		Cesare Hasan						
20	2023	Kohjiro Tokutake, Aaron Morelos-Gomez, Ken-Ichi Hoshi, Michio Katouda, Syogo Tejima, Morinobu Endo	Artificial intelligence for the prevention and prediction of colorectal neoplasms	J Transl Med	-	X	-	-
21	2022	colgar qiu , Shuhan Ding, Jianbo Liu, Liya Wang, Xiao Dong Wang	Applications of Artificial Intelligence in Screening, Diagnosis, Treatment, and Prognosis of Colorectal Cancer	Curr Oncol	-	X	-	-
22	2021	Michelle Viscaino, Javier Torres Bustos, Pablo Muñoz, Cecilia Auat Cheein , Fernando Auat Cheein	Inteligencia artificial para la detección temprana del cáncer colorrectal: una revisión exhaustiva de sus ventajas y conceptos erróneos	Mundo J Gastroenterol	-	X	-	-
23	2020	Cesare Hasan, Marco Spadaccini, Andrea Iannone, Roberta Maselli, Manol Jovani, Viveksand eep	Desempeño de la inteligencia artificial en colonoscopia para la detección de adenomas y pólipos: una revisión sistemática y metanálisis	Endoscopia Gastrointestinal	-	X	-	-

		Thoguluva Chandrasekar , Giulio Antonelli, Honggang Yu , miguel areia, Mario Dinis Ribeiro, Pradeep Bhandari , Prateek Sharma, Douglas Rex, Thomas Rosch, Michael Wallace, Alessandro Repici						
24	2020	Ke-Wei Wang, Ming Dong	Posibles aplicaciones de la inteligencia artificial en pólipos colorrectales y cáncer: avances recientes y perspectivas	Mundo J Gastroenterol	-	X	-	-
25	2022	Akbar K Waljee, Casa Eileen Weinheimer, Amina Abubakar, Antonio Ngugi, Geoffrey H Siwo, Gifty Kwakye, Amit G Singal, Arvind Rao, Sameer D Saini, Andrew Lee,	Inteligencia artificial y aprendizaje automático para la detección y el diagnóstico tempranos del cáncer colorrectal en el África subsahariana	Intestino	-	X	-	-

		Jessica Baker, Ulises Balis dieciséis, Christopher Opio, Ji Zhu, Mansoor N Saleh						
26	2021	Abdelbary M, Hamdy S, Shehab H, ElGarhy N, Menesy M, Marzaban R.	Técnicas colonoscópicas para la detección de pólipos: un estudio egipcio.	Revista de Gastroenterología de México.	-	X	-	-
27	2020	Dennis Lee Shung, Michael Byrne	Cómo afectará la inteligencia artificial a la colonoscopia y al cribado colorrectal	Gastrointest Endosc Clin N Am	-	X	-	-
28	2022	Doris Wagner, Georgios Antonios Margonis	Alteraciones genéticas, mediadores e inteligencia artificial en metástasis hepáticas colorrectales	Células	-	X	-	-
29	2023	yunrui ye, Xiao Mei Wu, Huihui Wang, Huifen Ye, Ke Zhao, Suyao, Zaiyi Liu, Yaxi Zhu, Qing Ling Zhang, Changhong Liang	Artificial intelligence-assisted analysis for tumor-immune interaction within the invasive margin of colorectal cancer	Ana Med	-	X	-	-
30	2023	David Susic, Shabbir	Artificial intelligence based	Comput Methods	-	X	-	-

		Syed-Abdul, Erik Dovgan, Jitendra Jonnagaddala, Anton Gradišek	personalized predictive survival among colorectal cancer patients	Programs Biomed				
31	2020	Rui Cao , Fan Yang, Si-Cong Ma , Li Liu , Yu Zhao , Yan Li , De-Hua Wu , Tongxin Wang 6, Wei-Jia Lu , Wei-Jing Cai , Hong-Bo Zhu , Xue-Jun Guo , Yu-Wen Lu , Jun-Jie Kuang , Wen-Jing Huan , Wei-Min Tang , Kun Huang , Junzhou Huang , Jianhua Yao , Zhong-Yi Dong	Development and interpretation of a pathomics-based model for the prediction of microsatellite instability in Colorectal Cancer	Theranostics	-	-	X	No guarda relación con el estudio
32	2022	Alessandro Repici 1 2, Marco Spadaccini 3 2, Giulio Antonelli 4 5, Loredana Correale 2, Roberta Maselli 3 2, Piera Alessia Galtieri 2,	Artificial intelligence and colonoscopy experience: lessons from two randomised trials	Randomized Controlled Trial	-	-	X	No guarda relación con el estudio

		<p>Gaia Pellegatta 2, Antonio Capogreco 3 2, Sebastian Manuel Milluzzo 6, Gianluca Lollo 7, Dhanai Di Paolo 8, Matteo Badalamenti 2, Elisa Ferrara 2, Alessandro Fugazza 2, Silvia Carrara 2, Andrea Anderloni 2, Emanuele Rondonotti 8, Arnaldo Amato 8, Andrea De Gottardi 7, Cristiano Spada 6, Franco Radaelli 8, Victor Savevski 9, Michael B Wallace 10, Prateek Sharma 11 12, Thomas Rösch 13, Cesare Hassan 4</p>						
33	2023	<p>Menglu Ding, Junbin Yan, Guanqun Chao, Shuo Zhang</p>	<p>Application of artificial intelligence in colorectal cancer screening by colonoscopy: Future</p>	Oncol Rep	-	-	X	No guarda relación con el estudio

			prospects (Review)					
34	2022	Miguel Areia 1, Yuichi Mori 2, Loredana Correale 3, Alessandro Repici 4, Michael Bretthauer 5, Prateek Sharma 6, Filipe Taveira 7, Marco Spadaccini 4, Giulio Antonelli 8, Alanna Ebigbo 9, Shin-Ei Kudo 10, Julia Arribas 11, Ishita Barua 12, Michal F Kaminski 13, Helmut Messmann 9, Douglas K Rex 14, Mário Dinis-Ribeiro 15, Cesare Hassan	Cost-effectiveness of artificial intelligence for screening colonoscopy: a modelling study	Lancet Digit Health	-	-	X	No guarda relación con el estudio
35	2023	Sanduru Thamarai Krishnan 1 2 3, David Winkler 4 5 6, Darren Creek 1 7, Dovile Anderson 1 7, Chandra Kirana 8 9, Guy J	Staging of colorectal cancer using lipid biomarkers and machine learning	Metabolomics	-	-	X	No guarda relación con el estudio

		Maddern 8 9, Kevin Fenix 8 9, Ehud Hauben 8 9, David Rudd 10 11, Nicolas Hans Voelcker						
36	2020	Patrick Sandach, Stefan Kasper- Virchow , Christoph Rischpler , Ken Herrmann	Molecular Imaging and Therapy of Colorectal and Anal Cancer	Semin Nucl Med	-	-	X	No guarda relación con el estudio
37	2022	Christine Drogan, Sonia S Kupfer	Colorectal Cancer Screening Recommendati ons and Outcomes in Lynch Syndrome	Gastrointest Endosc Clin N Am	-	-	X	No guarda relación con el estudio
38	2021	Castillo- Garit, Juan Alberto, González- Díaz, Humberto, Cañizares- Carmenate, Yudith, Torrens, Francisco, Pham-The, Hai, Martínez- López, Yoan, y Diéguez- Santana, Karel.	Aplicaciones y potencialidade s de los métodos de diseño computacional en estudios ambientales y farmacocinétic os	Anales de la Academia de Ciencias de Cuba	-	X		

39	2021	Spaander, MCW; Zauber, AG; Syngal, S; Blaser, MJ; Sung, JJ; You, YN	Young-onset colorectal cancer	Nat Rev Dis Primers		X		
40	2023	Márquez, Alfonso; Guerrero, Silvia; Burgos, Rodrigo; Campillo, Jorge; Bustos, Ada; García, Mauricio; Rendón, Juliana	Actualización en la tamización del cáncer colorrectal	Revista Colombiana de Cancerología		X		
41	2024	Cuji, Wendy; Díaz, Jhony	Producción científica latinoamericana sobre adenocarcinoma colorrectal: un análisis bibliométrico de 11 años	INSPILIP		X		
42	2021	Muller C, Ihionkhan E, Stoffel E, Kupfer S.	Disparities in early-onset colorectal cancer	Cells		X		
43	2021	Romaguera D, Fernández S, Gracia E, Vendrell E, Azpiri M, Ruiz E.	Consumption of ultra-processed foods and drinks and colorectal, breast, and prostate cancer	Clin Nutr.		X		
44	2023	Márquez A, Guerrero S, Burgos R,	Actualización en la tamización del	Revista Colombiana de Cancerología		X		

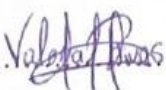
		Campillo J, Bustos A, García M	cáncer colorrectal					
45	2023	Ordovás J, Moreno C, Corbatón L, Ladrero I, Morella Á, Luna J.	Fisiopatología, diagnóstico y prevención del cáncer colorrectal en atención primaria	Revista Sanitaria de Investigación		X		
46	2020	Dulai P, Sandborn W, Gupta S.	Colorectal cancer and dysplasia in inflammatory bowel disease: A review of disease epidemiology, pathophysiolo gy, and management	Cancer Prev Res (Phila)		X		
47	2019	Taylor S, Inuma G, Saito Y, Zhang J, Halligan S.	CT colonography: computer- aided detection of morphologicall y flat T1 colonic carcinoma.	Eur Radiol.		X		
48	2019	Blanes V, Baatrup G, Nadimi E.	Addressing priority challenges in the detection and assessment of colorectal polyps from capsule endoscopy and colonoscopy in colorectal cancer screening using machine learning	Acta Oncol		X		
49	2022	Wallace M, Sharma P, Bhandari P,	Impact of Artificial Intelligence on	Gastroenterol ogy		X		

		East J, Antonielli G, Lorenzetti R	Miss Rate of Colorectal Neoplasia					
50	2020	Shung D, Byrne M.	How Artificial Intelligence Will Impact Colonoscopy and Colorectal Screening.	Gastrointestin al Endoscopy Clinics		X		
51	2022	Wagner D, Margonis GA.	Gene Alterations, Mediators, and Artificial Intelligence in Colorectal Liver Metastases	Cells		X		
52	2020	Wang K, Dong M.	Potential applications of artificial intelligence in colorectal polyps and cancer. Recent advances and prospects	World J Gastroenterol		X		
53	2021	Hassan C, Spadaccini M, Iannone A, Maselli R, Jonavi M, Chandrase kar VT	Performance of artificial intelligence in colonoscopy for adenoma and polyp detection: a systematic review and meta-analysis	Gastrointest Endosc		X		
54	2021	Peng L, Jia Z, Tong H, Song L, Zhe Y	Application of Artificial Intelligence in Medicine: An Overview	Curr Med Sci		X		
55	2022	Gupta S.	Screening for Colorectal Cancer	Hematol Oncol Clin North Am		X		

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Genesis Valeria Rivas Ayora portador(a) de la cédula de ciudadanía N.º **0706588431**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del Proyecto de Titulación **“Uso de la inteligencia artificial en detección temprana de cáncer colorrectal”** 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 este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 15 de Julio del 2024

F: 

Genesis Valeria Rivas Ayora
C.I. 0706588431