

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE MEDICINA Y CIRUGÍA

**Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en
nombre de la carrera de “Medicina y Cirugía”**

Tema de investigación:

Evaluación de la viabilidad del uso de la inteligencia artificial para la predicción
temprana de factores de riesgos de cáncer colorrectal en la población
costarricense

Estudiante:

Valeria María Alvarado Calvo

Tutor:

Giancarlo Jiménez Alfaro

Sede Aranjuez

Marzo, 2025

i. Dedicatoria

Me gustaría dedicar esta tesis, primeramente, a Dios, por dejarme llegar hasta donde estoy el día de hoy y permitirme cumplir mis sueños. A toda mi familia, a mis padres Martin Alvarado Vásquez y Dignora Calvo Delgado, por su apoyo incondicional y comprensión en todo momento, quienes me han hecho la persona que soy hoy en día, implementándome los principios y valores para luchar día a día con mis sueños y metas, por el esfuerzo tanto económico como de tiempo que han invertido desde el día uno y siempre animándome a perseguir mis sueños, ese sueño que desde pequeña quise. A mis hermanas Kimberly Alvarado Calvo y Madelyn Alvarado Calvo y Adriana Chacón, que han creído en todo momento en mí, quienes me han enseñado a luchar y seguir por más difícil que sea el camino y nunca me han dejado sola en ningún momento. Y a mi pareja, Álvaro Arguedas Villegas, quien me ha apoyado en cada paso que he dado; él ha estado presente en cada proceso de esta etapa y ayudándome a seguir adelante, para alcanzar mis sueños y metas, levantándome para seguir de pie y nunca dejándome sola, quien ha invertido su tiempo y amor, ayudándome a mantener un equilibrio en el camino. Y a mis dos abuelas, con todo el amor del mundo les dedico mi tesis, a una persona que estuvo conmigo durante todo este proceso y hoy no te tengo físicamente, pero sé que desde el cielo estas orgullosa de mí, también es tuyo este logro, a mi abuela Belén Delgado y de igual manera se la dedico a mi abuela Rosa Vásquez, a quien Dios me ha permitido tenerla físicamente y sé que igualmente está orgullosa de mí. Y para concluir a mis sobrinos Eithan y Bianca, quienes me dan enseñanzas cada día, sacándome sonrisas en los momentos que más lo he necesitado. Gracias, porque han sido las personas más importantes y a las cuales les agradezco, porque sé que sin el apoyo de ustedes no lo hubiera logrado, gracias por ser el motor que necesitaba como último empujón y principalmente gracias por confiar en mí, los amo.

ii. Agradecimientos

Le doy gracias a mi tutor de tesis, el doctor Giancarlo Jiménez Alfaro, por la compañía que me ha brindado durante todo este proceso que no ha sido nada fácil, por el tiempo y la comprensión que ha invertido, enseñándome y brindándome su conocimiento. Y a todas esas personas que formaron parte de mi tesis, los médicos que me brindaron de su conocimiento para así poder tener un aprendizaje no solamente para mi tesis, sino el conocimiento que me brindaron tanto a nivel académico como a nivel personal en mi presente y futuro.

Agradezco a mi amiga Yerelyn Hidalgo Corella, por estar presente durante estos años de la carrera juntas en las buenas y malas, por creer en mí en todo momento y demostrarme que soy capaz de muchas cosas, te quiero yere, gracias por todo.

Para concluir, le agradezco a Dios Todopoderoso por darme el conocimiento y la fuerza para luchar por mi sueño todos los días, por darme la capacidad para poder salir adelante y perseguir el sueño que hoy en día estoy concluyendo.

Tabla de contenido

CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN	10
1.2 Planteamiento del problema	14
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo General.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Justificación	16
1.5 Antecedentes	19
1.5.1 Antecedentes históricos	19
1.5.2 Antecedentes internacionales	21
1.5.3 Antecedentes nacionales	30
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO	35
2.1.1 Diferencias entre células cancerosas y células normales	36
2.1.2 ¿Como se forma el cáncer?	37
2.1.3 Cambios no cancerosos en los tejidos	38
1. Hiperplasia:.....	38
2. Displasia:	38
3. Carcinoma in situ:	38
2.2 Qué es el cáncer colorrectal	39
2.3 Epidemiología	39
2.4 Incidencia del cáncer colorrectal	39
2.4.1 Incidencia según la OMS	40
2.4.2 Incidencia de cáncer colorrectal en Costa Rica	40
2.5 Anatomía del Colon y Recto	41
2.5.1 Secciones del colon	42
1. Primera sección:	42
2. Segunda sección:	42
3. Tercera sección:	42
4. Cuarta sección:	42
2.6 Signos y Síntomas	44
2.7 Factores de riesgo de cáncer colorrectal	44
2.7.1 Qué es un factor de riesgo	44
2.7.2 Factores de riesgo modificables	45

2.7.3 Factores de riesgo no modificables.....	47
2.7.4 Otros factores de riesgo.....	50
2.8.1 ¿Cómo puede el sobrepeso y la obesidad causar cáncer?.....	52
2.9 Diagnóstico.....	52
2.11 Estadios del CCR.....	56
1. Estadio 0:.....	56
2. Estadio I:.....	56
3. Estadio II:.....	56
4. Estadio III:.....	57
5. Estadio IV:.....	57
2.11.1 Cómo se realiza la estadificación de un CCR.....	57
2.11.2 Fase clínica.....	57
2.11.3 Estadio patológico.....	58
2.11.4 Sistema de estadificación de TNM del AJCC.....	59
T (Tumor).....	59
N (Ganglios linfáticos).....	59
M (Metástasis).....	60
2.12 Tratamiento.....	60
2.12.1 Cirugías en etapa temprana.....	61
2.12.2 Cirugías en etapa avanzada.....	61
2.12.3 Cirugía en cáncer de colorrectal avanzado.....	62
2.12.4 Tratamientos no quirúrgicos.....	63
2.13 Prevención.....	65
2.13.1 Cambios en el estilo de vida.....	65
2.13.2 Exámenes periódicos.....	65
2.14 Pronóstico.....	66
2.16 Historia de la IA.....	70
2.17 Qué es la Inteligencia Artificial (IA).....	78
2.17.1 Aplicaciones de la IA y Big data.....	79
2.17.2 Algunas aplicaciones de la IA.....	79
2.18 Inteligencia Artificial (IA) en la medicina.....	80
2.18.1 Usos de la IA en la medicina.....	81
2.18.2 Beneficios de la IA en la medicina.....	83

2.19 Transformación de la Colonoscopia utilizando IA	84
2.20 Inteligencia artificial en la salud pública	85
2.21 Avance de Endoscopia ASUS EndoAim con IA en medicina	86
2.22 Pólipos colorrectales.....	89
2.22.1 Adenomas colorrectales.....	89
2.22.2 Displasia.....	91
2.22.3 Pólipos serrados	92
2.22.4 Pólipos inflamatorios	93
2.22.5 Pólipos hamartomatosos	93
2.22.6 Síndromes Poliposos	93
2.23 Caracterización de los pólipos.....	95
2.24 Clasificación macroscópica de cáncer colorrectal	95
2.24.1 Clasificación de París.....	96
2.24.2 Clasificación macroscópica	96
2.24.3 Clasificación de Haggitt.....	97
2.25 Estudios de tamizaje: Sensibilidad y Especificidad en CCR	97
2.25.1 Estudios de materia fecal	98
2.25.2 Estudios de Imagen	99
2.25.3 Estudios Endoscópicos	100
2.28 Cáncer colorrectal en población pediátrica	104
2.29 Cáncer colorrectal en población adulta mayor	105
CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO	107
3.1 Enfoque de la investigación.....	108
3.3 Fuentes de información	109
3.4 Criterios de búsqueda	109
3.5 Criterios de inclusión y exclusión.....	112
3.6 Clasificación según niveles de evidencia.....	113
CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	114
Recolección de datos.....	115
Objetivo General.....	115
Análisis de resultados	116
CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136
Conclusiones	137

Recomendaciones	140
Referencias bibliográficas	141
ANEXOS	150
Anexo A.	151
Detección automática de pólipos colorrectales con técnicas de inteligencia artificial.	163
Demografía del cáncer colorrectal en los últimos 5 años de un hospital oncológico.....	165
Proceso diagnóstico para la detección de cáncer de colon y recto.....	167
Anexo B.	193
Instrumento de aplicación para la obtención de resultados	193

Lista de figuras

Figura 1. Progreso de células normales a cancerosas	38
Figura 2. Número de casos de cáncer en Costa Rica en el año 2020	41
Figura 3. Intestino Grueso (Colon)	43
Figura 4. Capas del Intestino Grueso	43
Figura 5. Factores de riesgo de Cáncer Colorrectal	51
Figura 6. Estadios de Cáncer colorrectal	57
Figura 7. Estadios TNM de CCR	60
Figura 8. Pólipo plano de extensión lateral (LST) de recto bajo que comprende media circunferencia de aspecto adenomatoso	90
Figura 9. Pólipo plano elevado de colon sigmoides de aspecto adenomatoso, el cual se clasifica como 2a en la Clasificación de París	90
Figura 10. Pólipo serrado que presenta pérdida del patrón vascular y mucus en la superficie	93
Figura 11. Clasificación de París para lesiones de colon y recto	96
Figura 12. Grados de invasión en lesiones polipoides según Haggitt	97

Lista de tablas

Tabla 1. Diferencia entre células cancerosas y células normales	36
Tabla 2. Supervivencia de Cáncer Colorrectal a 5 años	67
Tabla 3. Avances en la década de 1940-1950	71
Tabla 4. Avances en la década 1950-1960	71
Tabla 5. Avances de la década de 1960-1970	73
Tabla 6. Avances de la década 1970-1980	73
Tabla 7. Avances de la década 1980-1990	74
Tabla 8. Avances de la década 1990-2000	75
Tabla 9. Avances de la década 2000-2010	76
Tabla 13. Criterios de búsqueda utilizados	109
Tabla 14. Criterios de inclusión y exclusión	112
Tabla 15. Clasificación de la información según niveles de evidencia	113

Lista de Gráficos

Gráfico 1 Género	116
Gráfico 2 Rango de edad	116
Gráfico 3 Área de la medicina en la que se especializa	117
Gráfico 4 Trabajador activo en algún centro médico del país	118
Gráfico 5 Dónde se encuentra laborando actualmente.....	118
Gráfico 6 Provincia de país en la que labora la mayor parte del tiempo	119
Gráfico 7 Labora en algún hospital actualmente.....	119
Gráfico 8 Años de experiencia laborando.....	120
Gráfico 9 Con qué grado de conocimiento cuenta usted acerca de la inteligencia artificial	120
Gráfico 10 Conocimiento de algún avance que involucre inteligencia artificial en la medicina en los últimos 5 años	121
Gráfico 11 La inteligencia artificial ha sido de gran ayuda en el campo de la medicina...122	
Gráfico 12 Se siente satisfecho con el uso de la inteligencia artificial en la medicina	122
Gráfico 13 Ha existido aumento de cáncer colorrectal en los últimos años en Costa Rica	123
Gráfico 14 Cree que el tamizaje actual que se da en el país es confiable para detección en etapa temprana de la enfermedad.....	124
Gráfico 15 Mejorar formas para detección de CCR en una etapa más temprana	125
Gráfico 16 La inteligencia artificial puede ayudar a un diagnóstico más temprano de la enfermedad	125
Gráfico 17 La colonoscopia es un tamizaje confiable para detección de CCR en etapas tempranas.....	127
Gráfico 18 Utilidad de inteligencia artificial en el tamizaje de CCR.....	127
Gráfico 19 Conoce sobre alguna guía de tamizaje de CCR actualizada en el país	128
Gráfico 20 Mejoras que se deberían hacer para diagnosticar a un paciente en una etapa más temprana de la enfermedad	129
Gráfico 21 Frecuencia de pasar lesiones por alto en una colonoscopia	130
Gráfico 22 Banderas rojas que hacen sospechar un médico la posible presencia de CCR	130
Gráfico 23 Factores por los que existe una demora por parte de los pacientes a la hora de consultar	131
Gráfico 24 Qué factores pueden estar involucrados en un diagnóstico tardío de cáncer colorrectal	132
Gráfico 25 Estudios diagnósticos que deberían ser los principales que un médico de primer nivel de atención debería enviarle a un paciente con sospecha de cáncer colorrectal	133
Gráfico 26 Está de acuerdo si se crea una guía para la detección de CCR en el país....	134
Gráfico 27 Mejorar el tamizaje de CCR incorporando inteligencia artificial para que se identifiquen lesiones que pueden ser pasadas por alto	135

Resumen:

Se sabe que el cáncer colorrectal (CCR) es una de las principales causas de muerte a nivel mundial, y su incidencia a nivel nacional es alta. Esta tesis abordará como la inteligencia artificial (IA) puede ayudar a los profesionales de la salud a llegar a un análisis y diagnóstico más certero, al igual poder observar la importancia que tiene esta herramienta si es utilizada de manera adecuada. Los hallazgos sugieren que, con una adecuada validación clínica por parte de los profesionales de la salud y abordaje de las características de la población, la tecnología podría mejorar las estrategias de prevención y detección de manera más temprana con respecto al cáncer colorrectal en Costa Rica, estudiando lo que son factores de riesgo de manera individualizada en cada paciente y describiendo modelos tecnológicos que serían de ayuda ante la detección de esta patología, se verá la relación que puede llegar a tener la intervención de la IA con el CCR.

CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El presente trabajo de investigación lo que busca es poder tener una detección de factores de riesgo en una etapa más temprana en el cáncer colorrectal, mediante la utilización de Inteligencia Artificial (IA), Para determinar la viabilidad por medio de la inteligencia artificial, sobre la predicción de riesgos a la que se encuentra expuesta la población para el desarrollo de cáncer colorrectal de manera temprana en la población costarricense. Lo que se pretende es analizar cuán viable puede llegar a ser esta herramienta en el campo de la medicina.

Como se tiene conocimiento en la actualidad el cáncer de colon y recto se diagnostica ya cuando el paciente se encuentra en una etapa tardía, debido a que la clínica del paciente se empieza a hacer presente ya cuando este tipo de cáncer se encuentra en un estadio avanzado. A causa de esto, es importante tomar en cuenta que uno de los principales factores de riesgo del cáncer de colon y recto es la población adulta joven.

En la actualidad, la utilización que se le tiene a la Inteligencia Artificial (IA) a nivel del área sanitaria es de gran ayuda para muchos de los médicos; se sabe que esta herramienta es muy actual, por lo que algunos de los médicos no la utilizan y prefieren utilizar su experiencia y no incluir mucho la tecnología en este campo. Sin embargo, las herramientas tecnológicas, como lo es utilizar la inteligencia artificial en los procedimientos médicos, ha sido un impacto positivo y de gran ayuda para: detectar, prevenir, tratar y hasta ayudar a los médicos a diagnosticar a los pacientes, donde se utiliza esta herramienta para poder también realizar procedimientos quirúrgicos y demás.

En los casos donde se incluye la Inteligencia Artificial (IA), siempre se debe tener el respaldo de confirmación de un profesional de la salud, respecto a lo que se le estudió al paciente y a la clínica que el mismo presenta, pues los médicos no solamente se deben quedar con lo que esta herramienta puede detectar, debido a que si bien se sabe es de gran ayuda y un buen aporte para esta área, pueden existir márgenes de error. Por esto, el médico nunca puede confirmar un diagnóstico que le indica la Inteligencia Artificial (IA), sin antes que ese mismo médico analice

lo que la Inteligencia Artificial (IA) cree que ha detectado o ha visto en el procedimiento que se le realizó al paciente.

Debido a lo que es el cáncer de colon y recto o bien el cáncer colorrectal, es una enfermedad de la que en los últimos años sus cifras han sido alarmantes a nivel mundial, como así lo indica la Organización Mundial de la Salud (OMS): según las estadísticas de cáncer a nivel mundial, el cáncer colorrectal se encuentra posicionado en el tercer lugar del desarrollo de esta enfermedad y en el segundo lugar en el cáncer que causa la muerte en las personas. Lamentablemente este tipo de cáncer es difícil de diagnosticar en una etapa temprana de la enfermedad, ya que se tienen múltiples factores de riesgo, pero uno de los principales factores es la edad avanzada de la persona, porque cuanto mayor edad hay, mayor factor de riesgo está presente en la población ante el desarrollo de cáncer colorrectal.

Como bien se sabe, la edad no es un factor de riesgo que se pueda modificar, pero sí se pueden modificar los otros factores de riesgo que la población podría estar teniendo, ante un posible desarrollo de cáncer de colorrectal en un futuro. Debido a que el cáncer colorrectal es difícil de diagnosticar por sus factores de riesgo, como se comentó anteriormente, otro gran problema que presenta este tipo de cáncer es que su clínica y sintomatología es muy tardía ante la presencia de la enfermedad, ya que los signos y síntomas se hacen presentes desafortunadamente cuando el cáncer ya se encuentra en una etapa avanzada del desarrollo de cáncer, donde, por este tipo de circunstancias, el diagnóstico de cáncer colorrectal es difícil de poder tratarlo de forma rápida y temprana.

El diagnóstico tardío del cáncer colorrectal, al ser un tipo de cáncer que se desarrolla anatómicamente en un lugar complejo del cuerpo humano, ya que este se desarrolla a nivel de colon (intestino grueso) y recto, es un sitio donde no son tan frecuentes los exámenes o estudios rutinarios que se les realizan a los pacientes, ya que el tamizaje de cáncer colorrectal es la colonoscopia, la cual no se realiza antes los 45 años; por ende, es cuando se da un diagnóstico tardío, debido a que este tamizaje se da en una edad avanzada.

Las lesiones más frecuentes que aparecen, a nivel de colon, son los pólipos; la mayoría de estas lesiones no son malignas, tan siquiera se podrían clasificar como precancerosas. Sin embargo, los que sí tienden a desarrollar malignidad son los pólipos adenomatosos, un crecimiento de células malignas a nivel de colon; los pólipos son lesiones que pueden ser planas, las cuales son más difíciles de diagnosticar y poder visualizar, y también pueden ser lesiones elevadas en la mayoría de casos. En la colonoscopia, cuando se visualiza una lesión polipoide, se debe extirpar y realizar una biopsia, para ver si esta lesión es benigna o maligna y siempre compararla con la clínica que el paciente presente.

1.2 Planteamiento del problema

Como bien se sabe, el cáncer colorrectal es una de las principales causas de mortalidad no solo en Costa Rica, sino a nivel mundial. Este tipo de cáncer está afectando a millones de personas en los últimos años, ya que sus cifras han tenido un aumento significativo de casos. En la actualidad, las herramientas que se utilizan para la detección de cáncer colorrectal en una etapa temprana son limitadas, lamentablemente, y es difícil poder distinguir los factores de riesgo de la población. Debido a este tardío diagnóstico de cáncer colorrectal, surge la necesidad que lleva a los profesionales de la salud a explorar herramientas innovadoras, las cuales lo que hacen es que les permiten predecir el riesgo de desarrollar cáncer colorrectal de manera temprana.

Gracias a la utilidad que se le da en la actualidad a la Inteligencia Artificial (IA), se ha logrado demostrar la identificación de lesiones y, a su vez, la predicción de diferentes enfermedades en las diferentes áreas de la salud. Sin embargo, no se ha podido evaluar lo suficiente la viabilidad que tiene la Inteligencia Artificial (IA) a la hora de aplicarla en la población costarricense para predecir riesgos en etapa temprana asociados al cáncer colorrectal. Este estudio busca determinar la viabilidad del uso de la Inteligencia Artificial (IA) para predecir de manera temprana los riesgos de cáncer colorrectal y, así mismo, mejorar las estrategias que ya existen en la prevención y tratamiento de la población mencionada, la nacional.

¿Qué medidas debe tomar el personal de salud por medio de la inteligencia artificial para analizar los predisponentes de riesgo que presenta una persona ante un posible diagnóstico de cáncer colorrectal?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

1. Evaluar la viabilidad del uso de la inteligencia artificial en el abordaje temprano de pacientes con sospecha de cáncer colorrectal, en comparación con los modelos tradicionales.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Describir los modelos tradicionales de abordaje temprano para pacientes con sospecha de cáncer colorrectal.
2. Revisar la aplicación de la inteligencia artificial en el abordaje temprano de pacientes con sospecha de cáncer colorrectal.
3. Comparar la viabilidad del uso de la inteligencia artificial con los modelos tradicionales en el abordaje temprano de pacientes con sospecha de cáncer colorrectal.

1.4 Justificación

La presente investigación se enfocará en poder estudiar qué tan viable es utilizar la Inteligencia Artificial (IA) en el área de la salud, con respecto a lo que es una detección temprana de factores de riesgo a los que están expuestas las personas ante un desarrollo de cáncer colorrectal en la población, pues, como bien se sabe, el cáncer colorrectal no es un tipo de cáncer sencillo de diagnosticar en una etapa temprana de la enfermedad.

En la actualidad, la Inteligencia Artificial (IA) lo que busca es lograr crear programas capaces de poder realizar tareas que requieran de inteligencia y conocimiento humano, donde se puede observar que en la actualidad esta herramienta ha evolucionado de tal manera, que ayuda a lo que es el tratamiento, diagnóstico y prevención de diferentes enfermedades, debido que este tipo de tecnología puede visualizar de manera interna el cuerpo del ser humano; de este modo se puede ver lo que son órganos y tejidos internos, con solo introducir una herramienta en forma de tubo y, así, brindarles, a los profesionales de la salud, la parte interna del cuerpo del paciente ¹, de acuerdo con Navarro.

Se buscará una comparación de los modelos tradicionales actuales utilizados para un abordaje de detección de cáncer colorrectal en los pacientes y, así, poder analizar cuán viable podría llegar a ser la utilización de esta herramienta tecnológica, ante el desarrollo de este cáncer en un estadio más temprano de la enfermedad, para poder ver qué tanto funciona esta herramienta ante los ya actuales análisis que se le realizan a la población.

La gran problemática que ya existe, a nivel mundial, en lo referente a los diagnósticos tardíos de este tipo de cáncer, es alarmante, ya que los modelos habituales utilizados en la clínica médica, hoy en día, no diagnostican con precisión lesiones pequeñas cuando se examina a un paciente y, debido a esto, se pasan muchas lesiones por alto, donde, como no son visibles para el ojo humano, no se pueden diagnosticar a tiempo.

Se hace referencia a lo mencionado por la OMS, en el 2023:

Las cifras que se han obtenido a nivel mundial en la actualidad, han aumentado considerablemente, donde se puede confirmar que el cáncer colorrectal se encuentra posicionado en el tercer lugar de cáncer más frecuente a nivel mundial, afectando al 10% de la población alrededor del mundo y es posicionado en el segundo lugar como el cáncer con mayor mortalidad en la población, estos datos se encuentran respaldados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), esto debido a su diagnóstico tardío, donde ya en esta etapa existen tratamientos muy limitados a los que se les pueden ofrecer a los paciente ².

Existen múltiples factores de riesgo para el desarrollo de cáncer colorrectal, como lo es el tipo de estilo de vida que la persona presenta, por ejemplo, sus hábitos alimenticios poco saludables, el consumo del alcohol y tabaco o algún tipo de droga ilícita, así como lo son los antecedentes heredofamiliares, pues estos son factores de riesgo de suma importancia; además, los antecedentes personales de ella, y uno de los que tienen mayor importancia e impacto en el paciente es la edad, debido que cuanto mayor edad tiene el paciente mayor factor de riesgo de desarrollo de este tipo de cáncer tiene ².

El enfoque que se quiere dar, con este trabajo de investigación, es cómo, a través de la utilización de la Inteligencia Artificial (IA), se pueden abordar los factores de riesgo de la población más tempranamente ante un posible desarrollo de cáncer colorrectal, ya que el tamizaje de la realización de colonoscopia se realiza en adultos jóvenes de una edad de 45 años en adelante, dejando de lado que la población joven podría estar desarrollando un cáncer colorrectal en una edad más temprana y se diagnostica ya en una edad tardía, cuando este cáncer ya se encuentra en una etapa avanzada, siendo esto el mayor problema del cáncer colorrectal en la actualidad.

Se debe tomar en cuenta cuáles son los signos y síntomas que pueden llegar a presentar los pacientes con un cáncer colorrectal, ya que esto depende mucho de dónde esté localizado el cáncer, el tipo de lesión, la extensión de ella y las

complicaciones que este puede llegar a presentar. Se sabe que uno de los principales signos en los pacientes con cáncer colorrectal es sangre en la materia fecal, llamado hematoquecia; sin embargo, no todas las lesiones cancerosas de colon sangran, pues, dependiendo del lugar anatómico donde se encuentra este cáncer, puede ocasionar obstrucción intestinal, provocando un gran dolor abdominal; también puede llegar a manifestar cambios en los hábitos intestinales de las personas, entre otros síntomas, manifiesta Villano, en el 2023 ³.

Según la investigación realizada por Calva y Acevedo en el año 2009, se menciona que para poder obtener una posible detección temprana de cáncer colorrectal, de acuerdo con la Sociedad Americana de Cáncer, se dan diferentes recomendaciones, las cuales se les deben hacer a los pacientes con un posible diagnóstico de cáncer, donde se les realizan desde procedimientos mínimamente invasivos, lo que en este caso sería realizarle a los pacientes un examen llamado sangre oculta en heces o guayaco, y de igual manera se podrían utilizar procedimientos que son semi-invasivos; en este caso sería la realización de la colonoscopia, y ambas pruebas son de gran ayuda para la detección y diagnóstico de cáncer colorrectal ⁴.

Como bien se sabe, existen diferentes pruebas diagnósticas para una detección del cáncer colorrectal, según la investigación realizada por Calva y Acevedo en el año 2009. Menciona que se deben realizar cinco posibles pruebas en pacientes de ambos sexos en una población adulta en un rango de edad de 50 años, donde se deben tomar en cuenta las pruebas más eficaces, como lo son: sangre oculta en heces o el guayaco, prueba de inmunohistoquímica, análisis de ADN en residuo fecal y sangre, tacto rectal y realización de la colonoscopia. Son pruebas de suma importancia para realizar en un paciente ante un posible diagnóstico de este tipo de cáncer ⁴.

Respecto a las lesiones que se hacen presentes en colon, se tiene lo que son los pólipos colorrectales. El pólipo es denominado como un tumor, que es proyectado desde la pared hacia la luz intestinal, donde la mayoría de pólipos son

lesiones benignas; sin embargo, a cada pólipo se le debe realizar una biopsia y así poder clasificar si esa lesión es benigna o presenta malignidad ⁵.

Con respecto a lo que es la anatomía y patología de los pólipos, como lo mencionan en una investigación realizada en Uruguay los doctores Cáceres y González, en el año 2018, estos tipos de pólipos pueden ser clasificados como adenomas, los cuales son neoplásicos o no neoplásicos, que en este caso hacen referencia a benignidad, donde pueden ser de diferentes tipos como: tipo hiperplásico, tipo hamartomatosos y tipo inflamatorios ⁵.

1.5 Antecedentes

1.5.1 Antecedentes históricos

Con Warren McCulloch et al. (1945), en un estudio realizado en Estados Unidos de América, fue el inicio de la Inteligencia Artificial (IA), donde hicieron una publicación titulada “Un cálculo lógico de ideas inminentes a la actividad nerviosa”. En este trabajo, los científicos presentaron el primer modelo matemático para la creación de una red neuronal ⁶.

Se empleó una investigación bibliográfica; en cuyo artículo propusieron un modelo matemático de la neurona, que es la unidad básica del procedimiento de información en el cerebro, donde las redes neuronales artificiales se basan en este modelo y son capaces de comprender y realizar tareas complejas, como el reconocimiento de patrones y la clasificación. El primer ordenador de red neuronal fue nombrado SNARC en 1950 por los alumnos Marvin Minsky y Dean Edmonds, y en ese mismo año de 1950 Alan Turing publicó el test de Turing, que se sigue usando para valorar la IA ⁶.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, ya que la recolección de la información, en este caso, sobre cómo inició la Inteligencia Artificial (IA) y cuáles fueron sus primeros avances y el saber cómo funciona la IA, es un paso clave en la investigación, ya que, como se sabe, la inteligencia artificial es algo reciente en el ámbito de la medicina y, sin embargo, la historia del inicio de la Inteligencia Artificial I (IA) es fundamental ⁶.

De Alan Turing (1950), en un estudio realizado en Europa, fue un test propuesto por el matemático y filósofo, con el propósito de evaluar la capacidad de una máquina para examinar un comportamiento inteligente equivalente o indistinguible de un ser humano. La prueba consiste en que una persona interactúe con una máquina y otra persona lo haga a través del teclado y una pantalla de manera aislada. Si la persona no puede distinguir si está hablando con otra persona o con una máquina, se considera que la máquina ha pasado la prueba de Turing ⁷.

Se empleó una investigación cualitativa, donde la prueba de Turing se utiliza como un estándar para medir la Inteligencia Artificial (IA) y la capacidad de una máquina para realizar tareas que requieren inteligencia humana, como el procesamiento de lenguaje natural, la toma de decisiones, el razonamiento y la creatividad. La prueba de Turing es uno de los objetivos más ambiciosos de la inteligencia artificial, ya que implica crear una máquina que pueda emular el comportamiento humano de manera indistinguible ⁷.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, ya que se muestra cómo la Inteligencia Artificial (IA) se puede asemejar a un ser humano al realizar las tareas que a este se le asignan, donde se puede demostrar un comportamiento humano a través de un sistema de computación a la hora de interactuar con un humano real, donde demuestra que la inteligencia artificial ha sido un gran avance en la actualidad ⁷.

Elena Pereiro et al., en el 2012, en un estudio realizado en España, determina la existencia de diferencias en la demora diagnóstica del cáncer colorrectal atribuible al proveedor, en función del medio de procedencia (urbano/rural) y valorar la repercusión que esa demora pudiera producir sobre la extensión tumoral media a través de la estadificación ⁸.

Se empleó un estudio observacional. Fueron incluidos 549 casos, con una media de edad de 72,6 años y 64,5% de procedencia rural. No se constataron diferencias significativas en la estadificación entre ambos medios. La media de la demora diagnóstica era de 87,2 días, siendo significativamente mayor en

el medio rural 95,5 días frente al urbano 71,5 días. La regresión lineal mostró que una mayor demora se asociaba a la procedencia rural ⁸.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, donde se puede ver que las zonas rurales son las que se diagnostican más tardíamente en comparación con la zona urbana, donde se pueden estudiar ambas poblaciones y observar cuál es la diferencia y el motivo por el cual el diagnóstico es más tardío, donde se sabe que una de ellas es la lejanía de servicio de salud de un segundo nivel de atención para las zonas rurales, donde se obtiene más equipo médico, en comparación con una zona urbana donde hay un segundo y tercer nivel de atención más a su disposición ⁸.

1.5.2 Antecedentes internacionales

Hong-Wen Deng, en el 2021, en un estudio realizado en China, descubrió que la Inteligencia Artificial (IA) permite detectar y diagnosticar con precisión el cáncer colorrectal a partir de escáneres de tejidos tan bien o mejor que los patólogos, según un nuevo estudio en el Journal Nature Communications ⁹.

Se empleó una investigación cuantitativa con un diseño descriptivo. El doctor Deng y su equipo de investigación donde recopilaron más de trece mil (13.000) imágenes con cáncer colorrectal y un total de estudio de ocho mil ochocientos tres (8,803) personas, y el estudio se realizó en trece (13) centros oncológicos, donde con estas imágenes se realizó un reconocimiento patológico maquinalmente asistido, donde le permitió a la computadora reconocer imágenes que muestran cáncer colorrectal ⁹.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, ya que proporciona información valiosa sobre lo importante que es la utilización de nuevos estudios de inteligencia artificial en el ámbito médico, en este caso para un diagnóstico más preciso sobre el cáncer de colon, donde este estudio demuestra que la Inteligencia Artificial (IA) para la demostración de cáncer colorrectal es satisfactoria, comparándola con muchos casos patológicos que son reales y, en este caso, ayuda a los patólogos con la sobrecarga de trabajo que ellos tienen ⁹.

Rish Pai, en el 2022, de acuerdo con Sharon Theimer, en un estudio realizado en Arizona, Estados Unidos de América, en un estudio multinacional de un equipo de empleados de Mayo Clinic, quien usó la Inteligencia Artificial (IA), los investigadores desarrollaron un algoritmo para predecir mejor la recurrencia de cáncer colorrectal ¹⁰.

Se empleó una investigación cuantitativa, donde el patólogo Rish Pai desarrolló, mediante casi seis mil quinientas (6.500) imágenes digitales el QuantCCR, lo colocó en varios portaobjetos con CCR digitalizados con hematoxilina y eosina, donde se registraron quince parámetros de cada imagen y fueron analizados para poder detectar y asociarlos con características clínicas, patológicas y moleculares. Posterior a esto, se desarrolló con el QuantCRC un modelo de pronóstico para predecir la supervivencia sin recurrencia ¹⁰.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, ya que puede llegar a identificar y predecir de una manera más temprana lo que es la recurrencia de pacientes que tienen familiares con antecedentes que presentaron o presentan cáncer colorrectal. En este caso es importante, pues, por medio de este algoritmo, se identifica si los pacientes pueden ser tratados con quimioterapia o solamente con tratamiento de seguimiento, porque se tomaría la decisión por medio de la recurrencia en la que se clasificaría a través de la inteligencia artificial ¹⁰.

Yuichi Mori, en el 2017, en un estudio realizado en Japón, ha demostrado un nuevo dispositivo endoscópico asistido por Inteligencia Artificial (IA), lo cual identifica automáticamente los adenomas colorrectales durante la endoscopia. El nuevo sistema de diagnóstico asistido por ordenador usa una imagen endocitoscópica, una vista amplia de quinientas veces de un pólipo colorrectal, para analizar aproximadamente trescientas características del pólipo después de aplicar el modo de imagen de banda estrecha. Esto es de acuerdo con el Grupo Experto en Medicina Estética Oncológica (GEMEON) ¹¹.

Se empleó una investigación cuantitativa con un diseño descriptivo; este estudio dirigido por el doctor Mori involucró a doscientos cincuenta hombres y

mujeres, en quienes se detectaron pólipos colorrectales mediante endocitoscopia. El sistema asistido por Inteligencia Artificial (IA) se utilizó para predecir la patología de cada pólipo, y esas predicciones se compararon con el informe patológico obtenido de las muestras extirpadas finales ¹¹.

En total, se evaluaron trescientos seis pólipos en tiempo real, con asistencia del sistema de Inteligencia Artificial (IA), donde se obtuvieron los siguientes resultados: una sensibilidad de un noventa y cuatro por ciento, especificidad de un setenta y nueve por ciento, una precisión de un ochenta y seis por ciento, valores predictivos positivos de un setenta y nueve por ciento, y predictivos negativos de un noventa y tres por ciento ¹¹.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, ya que, por medio del sistema asistido por Inteligencia Artificial (IA) cuando se le realiza una colonoscopia a un paciente, hay pólipos que no son visibles para el ojo humano. Este sistema puede ayudar a los médicos a poder identificar pólipos que pasaron desapercibidos en el estudio, donde se podría prevenir en un futuro el desarrollo de cáncer colorrectal, donde esto es lo que se busca en la presente labor investigativa¹¹.

Farmacosalud, en el 2020, manifiesta que, en un estudio realizado en Europa, PENTAX MEDICAL DISCOVERY es una nueva tecnología para la realización de colonoscopia médica, que tiene como objetivo ayudar a los profesionales médicos a abordar los principales desafíos de la identificación de lesiones. “PENTAX MEDICAL DISCOVERY utiliza inteligencia artificial (IA) avanzada para resaltar la presencia de lesiones precancerosas, con un marcador visual en tiempo real, como si fuese un observador siempre atento” ¹².

Se empleó una investigación cualitativa, es un innovador de pólipos asistido por Inteligencia Artificial (IA), diseñado para ayudar a los endoscopistas a dirigir la atención a posibles lesiones, durante un examen que puede indicar la presencia de cáncer colorrectal.

Desde el primer estudio sabemos que Discovery tiene una sensibilidad general del noventa por ciento (90%) para la detección y localización correcta de pólipos colorrectales. Los datos de un primer estudio clínico muestran que aumenta la tasa de detección de adenomas en un diez por ciento (10%). Entre aquellas lesiones detectables adicionalmente por Discovery, más del cincuenta por ciento (50%) eran de morfología plana, lo que demuestra que Discovery también puede detectar de manera fiable lesiones que incluso pueden suponer un reto a simple vista¹²

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, ya que lo que se busca es una identificación de factores de riesgo de cáncer colorrectal y aporta valiosa información, debido a la eficacia de poder percibir pólipos precancerosos y que el profesional de la salud no puede ver; así se podría diseccionar y estudiar el tipo de pólipo y se puede prevenir un desarrollo de cáncer colorrectal a futuro, pues, a causa de la inteligencia artificial tan avanzada que se utiliza, este estudio tiene una alta sensibilidad y especificidad, siendo de gran ayuda para los profesionales de la salud ¹².

De acuerdo con Marta Barba, en el 2018, en un estudio realizado en China, AI es el robot médico que ha sido creado por la empresa china llamada iFlytek y actualmente se encuentra presente en un servicio en el centro médico en la ciudad de Hefei, este superó los exámenes de Licenciatura en Medicina y tiene la capacidad de poder interrogar a los pacientes; este robot ya ha realizado diagnósticos como un médico, sin dejar de lado que siempre debe ser con la aprobación de un médico humano, para así poder confirmar el diagnóstico ¹³.

Se empleó una investigación cualitativa, donde AI tiene la capacidad de interrogar a un paciente, efectuar un diagnóstico con la función de los síntomas y cotejar la información con las historias clínicas anteriores. Lui Qingfeng, presidente de iFlytek, declaró, en una entrevista, que AI “ha sido utilizado en los hospitales desde marzo y ha contribuido a efectuar unos 4.000 diagnósticos”, aunque reconoce que AI se concibió desde el principio como una ayuda al médico, nunca como una forma de remplazarlo ¹³.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, pues se observa que la Inteligencia Artificial (IA) ha tenido un significativo avance en el área de la medicina, dejando en claro que jamás se busca remplazo en un profesional de la salud, sino es un ayudante de él, donde realiza diagnósticos que el médico debe corroborar y afirmar si eso es verdadero o falso, lo cual en el ámbito de la salud es sumamente fundamental: la ayuda de la Inteligencia Artificial (IA) ¹³.

Para Dioselina Lanzagorta et al., en el 2022-2023, en un estudio realizado en México, la Inteligencia Artificial (IA) promete una transformación significativa del cuidado de la salud en todas las áreas médicas, lo que podría representar el “momento Gutenberg” para la medicina. El futuro de las especialidades médicas dependerá en gran medida de la interacción humana y la creatividad, obligando a los médicos a evolucionar y emplear la IA como una herramienta en la atención del enfermo ¹⁴.

Se empleó una investigación cualitativa, donde la inteligencia artificial ofrecerá a los pacientes seguridad, autonomía y posibilidad de atención médica oportunas en zonas de difícil acceso, y a los médicos les ayudará a disminuir la carga administrativa, el tiempo en pantallas y el agotamiento profesional. La IA también ayudará a disminuir la frecuencia de errores médicos y mejorar la precisión diagnóstica, a través de la integración, el análisis y la interpretación de información por algoritmos y software ¹⁴.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, debido a que muchos profesionales de salud no confían y utilizan la inteligencia artificial, donde se sabe que es de gran ayuda en la práctica médica, porque puede reducir el cansancio de un médico y él pueda recibir una ayuda mucho más rápida por medio de la Inteligencia Artificial (IA), sin dejar de lado que el médico debe corroborar la información obtenida y poner en práctica la utilización de esta herramienta, que ha demostrado grandes avances para la ayuda en el campo de la medicina ¹⁴.

Juan Paulo Báez et al., en el 2024, en un estudio realizado en Colombia, mencionan que el cáncer colorrectal es el tercer cáncer más común en incidencia y la segunda causa de muerte secundaria al cáncer. El cáncer colorrectal que tiene un inicio temprano llega a representar el 10% de los casos, y esto conlleva a una mortalidad más alta que la observada en la población de mayor edad. Se analiza la asociación entre la edad y las características clínicas, endoscópicas e histopatológicas del cáncer colorrectal al momento del diagnóstico en una población latinoamericana ¹⁵.

Se empleó un estudio de corte transversal, cuando se obtuvieron datos entre julio de 2016 y junio de 2021, donde se lograron diagnosticar 521 casos de cáncer colorrectal de tipo adenocarcinoma de novo, de los cuales 77 pacientes de los 521 casos tenían menos de 50 años. En pacientes con cáncer colorrectal de aparición temprana, donde la prevalencia de cáncer colorrectal fue mayor en mujeres que en hombres, los antecedentes familiares de carcinoma colorrectal fueron más frecuentes en pacientes menores de 50 años. La presencia de síndromes hereditarios, especialmente poliposis adenomatosa familiar y cáncer colorrectal no poliposo hereditario, también fueron más frecuentes en la población juvenil ¹⁵.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, donde, de igual manera, se observa la alta prevalencia de cáncer colorrectal en Latinoamérica. Este estudio se hizo con el fin de poder diagnosticar el cáncer colorrectal de un inicio temprano, ya que es de suma ayuda, porque uno de los principales objetivos de la actual investigación es poder ver factores de riesgo de cáncer colorrectal en una etapa temprana ¹⁵.

Ajay Goel, de acuerdo con Zen Logsdon, en el 2022, en un estudio realizado en Estados Unidos de América (California), expresa que el objetivo es poder finalmente utilizar esta prueba como parte de un examen físico anual o semestral para población que tengan un alto riesgo de tener cáncer colorrectal. En cuanto a las pruebas de materia fecal y análisis de sangre, son procedimientos no invasivos, que se encuentran disponibles en la actualidad para las personas que no tienen la posibilidad de detectar el cáncer colorrectal inicial de manera precisa ¹⁶.

Se empleó una investigación cuantitativa, En este estudio, publicado recientemente en la Revista de Gastroenterología, la autora anota que los investigadores sistemáticamente realizaron un análisis del genoma completo, para así identificar las firmas de RNA, el cual lo hacen mediante el análisis de un gran conjunto de datos disponibles. Ellos extrapolaron los datos de pacientes ya sea con cáncer colorrectal inicial en estadio 1 o 2 o con cáncer colorrectal en etapa tardía. Los RNA regulan la expresión de los genes. Los científicos lo que hicieron fue validar los resultados utilizando muestras de sangre de 149 pacientes con cáncer colorrectal inicial, y compararon los datos con un grupo de control de 110 ¹⁶.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, donde se puede observar que puede haber estudios para un diagnóstico más temprano de cáncer colorrectal un poco menos invasivo, lo cual es por medio de muestra de sangre y heces. Aunque la investigación aun no es del todo completa, hay adelantos de poder realizarse y ser asertiva ¹⁶.

Para Raquel Y López et al., en el periodo 2020-2022, en un estudio hecho en México, no se busca que la Inteligencia Artificial (IA) sustituya a un médico real, sino lo que se busca es ser un complemento para una detección más rápida y certera de un diagnóstico ante un cáncer colorrectal. Lo que han sido los avances de la Inteligencia Artificial (IA) con respecto al tamizaje de la colonoscopia, tienen tres escenarios sumamente importantes: la detección de neoplasias, donde lo que se hace es detectar los pólipos; los caracteriza como adenomatosos y no adenomatosos; y por último la predicción de cáncer invasor dentro de una lesión polipoide ¹⁷.

Como se sabe, la robótica tiene tres leyes que debe respetar, la primera ley es que un robot no debe dañar a un ser humano, o por su inacción dejar que un ser humano sufra un daño. La segunda ley es que un robot debe obedecer las órdenes que le son dadas por un ser humano, excepto cuando estas órdenes se oponen a la primera ley. Y la tercera ley es que un robot debe proteger su propia existencia, hasta donde esta protección no entre en conflicto con la primera o segunda leyes ¹⁷.

Se empleó una investigación, la cual es un artículo de revisión. Como se sabe, la inteligencia artificial llegó a ser un instrumento esencial para el campo sanitario de la salud; cuando se realiza una endoscopia asistida por Inteligencia Artificial (IA), esta herramienta puede incrementar lo que es la tasa de detección a la hora de poder identificar lesiones a nivel de colon. En un sistema CAD de la Inteligencia Artificial (IA), este debe ser sensible, específico, contar con interfaces fáciles de poder utilizar y, a su vez, proporcionar resultados rápidos sin prolongar los procedimientos que se les realizan a los pacientes ¹⁷.

Lo que busca la Inteligencia Artificial (IA) es tener un potencial de poder ayudar tanto a los endoscopistas que ya tienen años de experiencia, así como a los que están iniciando y no tienen tanta experiencia respecto a tamizaje de colonoscopias. Siempre se debe saber que los resultados se deben corroborar con la clínica e historia del paciente, para así poder evitar falsos positivos o errores ante un diagnóstico erróneo. Si bien se sabe, la inteligencia artificial es de gran ayuda en el área de la salud, el médico siempre debe corroborar el resultado con su alta experiencia en el campo de la medicina ¹⁷.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo. Se puede observar que la Inteligencia Artificial (IA) es sumamente importante a la hora de un diagnóstico de pólipos que se podrían pasar por alto, donde ayuda al médico tratante a poder estudiar más a fondo un pólipo o una lesión que no fue vista, como bien se sabe que existe margen de error en falsos positivos e incluso en falsos negativos, pero cada día avanza más esta herramienta para poder disminuir más los márgenes de error y, así, que esta herramienta pueda ser aún más de ayuda en el ámbito de la medicina, en este caso un cáncer que es tan importante como lo es el cáncer colorrectal en la población y a nivel mundial ¹⁷.

De acuerdo con Martín Alonso Gómez Zuleta et al., en el 2021, en un estudio realizado en Colombia, el principal objetivo que tenía esta investigación era crear un método computacional para poder detectar de manera automática los pólipos colorrectales utilizando la inteligencia artificial, grabando lo de los procedimientos reales por medio de la colonoscopia ¹⁸.

Se empleó una investigación cuantitativa, donde el enfoque fue que se le dio una evaluación con 1 875 casos, los cuales fueron recopilados de cinco bases de datos públicas, donde suman aproximadamente 123 046 cuadros. Los resultados que se obtuvieron fueron comparados con las marcaciones de diferentes profesionales de la salud, quienes eran expertos en la realización de la colonoscopia en los pacientes. Respecto a esto, se obtuvieron los siguientes resultados: un 0,77 de exactitud, un 0,89 de sensibilidad, un 0,71 de especificidad y una curva ROC (Receiver Operating Characteristic) de un 0,87 ¹⁸.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo. Como se puede observar, la utilización de la Inteligencia Artificial (IA) para una detección de los pólipos colorrectales, al hacer una grabación en tiempo real cuando se le realiza el procedimiento al paciente, funcionaría como de gran ayuda a la hora de volver a ver el video con más detención y, así, poder visualizar lesiones que se podrían pasar por alto, donde lo que se quiere es poder detectar lesiones de manera temprana en el procedimiento de los pacientes a quienes se les realiza colonoscopia ¹⁸.

Jaime Leal et al., en el 2022, hicieron un estudio realizado en la Ciudad de México, donde su principal objetivo era poder “Conocer las características demográficas del cáncer colorrectal en la población del Hospital de Oncología del Centro Médico Nacional del Siglo XXI del IMSS” ¹⁹.

Se empleó un estudio retrospectivo, descriptivo de una cohorte, donde se estudiaron varias colonoscopias de pacientes que ya tenían un diagnóstico de Ca. Colorrectal y en pacientes que los médicos tuvieran sospecha de este en los últimos cinco años, de los años 2014-2019. Se recolectaron datos como: edades, género, factores de riesgo asociado, factores heredofamiliares, estudios histológicos, estadios, presencia de anemia en los pacientes, e incluso si presentaban o no metástasis. Ahí se tomó una muestra de 7 302 colonoscopias de los pacientes en los últimos cinco años, donde 3 436 muestras de las que fueron analizadas presentaron cáncer colorrectal, y se vio que el 54,45% era población masculina y el

45,55% población femenina, donde se detectó que un 21% de la población presentaba una edad menor a los 50 años ¹⁹.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, ya que, como se puede observar, el cáncer colorrectal se está haciendo muy presente en una población mucho más joven de la habitual, y ver la cantidad de personas que desarrollan este tipo de cáncer es sumamente alarmante, pues su diagnóstico se identifica en una etapa muy tardía de la enfermedad y, en este caso, se pueden ver involucradas poblaciones mucho más jóvenes que lo desarrollan ¹⁹.

1.5.3 Antecedentes nacionales

Paula Bogantes Zamora, en el 2021, en UNESCO, de acuerdo con Mariana Álvarez, desarrolla el primer instrumento normativo mundial en forma de recomendación sobre la ética de la Inteligencia Artificial (IA) adoptado por los 193 Estados miembros de la organización. Este documento establece un estándar global para la IA, que se basa en valores y principios éticos clave para su desarrollo y uso. Además, ofrece orientación detallada sobre cómo aplicarlos en una amplia gama de áreas políticas que están siendo transformadas por la IA, como la gobernanza de datos, el medio ambiente, la igualdad de género, la economía y el trabajo, la cultura, la educación y la investigación ²⁰.

Se hizo una investigación bibliográfica. A través de su Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones, Costa Rica ha asumido el compromiso de impulsar su estrategia de IA de acuerdo con la “Recomendación sobre la ética en la inteligencia artificial” de UNESCO. De esta manera, Costa Rica se convertirá en el primer país de Centroamérica en tener una política de IA ²⁰.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, ya que es importante saber que Costa Rica está siendo un país donde se están creando estrategias, investigaciones, sobre cómo utilizar la inteligencia artificial de una manera correcta, sin dejar de lado la importancia de lo que la inteligencia artificial brinda en los múltiples campos de trabajo e industria en el país mencionado ²⁰.

Farhand Rezvani, en el 2022, realizó un estudio, publicado en el periódico La República, donde cada tres días, en promedio, una persona fue diagnosticada con cáncer colorrectal en Costa Rica, patología que la Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona como la segunda de mayor prevalencia en el país. Y es que este tipo de cáncer, que es superado por próstata en hombres y mama en mujeres, tiene en alerta a los médicos, quienes mencionaron, con gran preocupación, que la falta de medicina preventiva es el principal detonante del aumento de casos en los últimos años en la población costarricense ²¹.

Se empleó una investigación de revisión bibliográfica, mencionó el doctor Rezvani, al manifestar que esta situación es muy alarmante, debido a que tiene que ver con los cambios en la alimentación de la población costarricense. Se ha visto que Costa Rica ha adquirido patrones de alimentación con dietas ricas en alimentos altos en grasa, alimentos procesados, comida chatarra o embutidos, explicó el médico gastroenterólogo Farhand Rezvani ²¹.

Este tipo de cáncer se asocia con factores como la obesidad, el sedentarismo y el fumado. Entre los signos de alerta en el cáncer colorrectal, se manifiesta el sangrado, cambios en el patrón de las heces, estreñimiento y dolor abdominal. Pero se debe tener en cuenta que, una vez avanzada la enfermedad, tiende a presentar síntomas como pérdida de peso y fatiga, explicó el médico oncólogo del hospital metropolitano Manuel Arce Von Herold ²¹.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo, ya que se demuestra que Costa Rica es un país donde el cáncer de colon viene en aumento en los últimos años, tomando el segundo lugar en neoplasias malignas en la población costarricense. Al tomar en consideración el diagnóstico en etapa tardía que tienen los pacientes en el país, aquí se refleja la importancia de poder investigar cómo se podría prevenir el cáncer de colorrectal o, a su vez, diagnosticarlo en una etapa más temprana ²¹.

Según Tibisay Vilorio, en el 2014, como se sabe, el Cáncer Colorrectal (CC) es una de las principales causas de muerte de cáncer en la población de Costa Rica, el cual se encuentra ocupando el tercer y cuarto lugar de mortalidad por cáncer

en mujeres y hombres. Con respecto a lo que es la incidencia, pasa a ocupar el quinto y sexto lugar en hombres y mujeres. Se tiene evidencia donde se indica que el tamizaje de Cáncer Colorrectal (CC) ha disminuido la mortalidad, y se ha observado el sesenta por ciento (60%) de lo que son las muertes por Cáncer Colorrectal (CC), donde estas se pudieron haber prevenido si se hubieran seguido correctamente las recomendaciones del tamizaje colorrectal ²².

Se empleó una investigación cuantitativa; en esta investigación se le realizó a cierta cantidad de población un análisis que se le nombra guayaco o análisis de sangre oculta en heces (FOBTs); aquí se detecta la presencia del grupo Hemo por la reacción de la peroxidasa, la cual cambia el color del papel impregnado con guayaco a un color azulado; es una prueba no invasiva, pero este análisis no brinda un diagnóstico definitivo, y su negatividad tiene un limitado valor predictivo negativo para CC en pacientes sintomáticos. Por otro lado, posee una limitada sensibilidad para poder detectar cáncer en una etapa avanzada, y presenta un pobre desempeño en lo que es la detección de adenomas. Se hizo un estudio con 4 024 personas con edades de 50-79 años, a quienes se les hicieron FOBTs y colonoscopia, donde mostró que los pacientes con FOBTs negativos, donde fueron 4,5% mujeres y 8,6% hombres, fueron diagnosticados con neoplasia avanzada, por medio de una colonoscopia. Según los datos que se lograron obtener, no todas las neoplasias colorrectales sangran lo suficiente como para dar un FOBTs positivo, como se puede observar en este estudio ²².

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo. Se puede evidenciar que no siempre se debe creer en las pruebas básicas que se les realizan a los pacientes; en estos casos es donde se necesitan estudios mucho más avanzados, en esta ocasión colonoscopias, para poder hacer de manera más precisa el diagnóstico que el paciente puede llegar a tener. Como se nota en la investigación, fue muy alto el porcentaje, donde, según el análisis de sangre oculta en heces, era negativo, pero gracias a la existencia de la colonoscopia se pudo hacer un diagnóstico adecuado para este paciente y, como se menciona,

no siempre los cánceres van a mostrar los síntomas específicos, y es aquí donde se debe estudiar con tecnología más avanzada a una persona ²².

Gabriela Marchena Rojas, en el 2012, en su artículo tuvo como objetivo presentar el proceso diagnóstico para la detección de cáncer de colon y recto, donde el colon incluye el recto, el cual es la víscera donde se origina la mayoría de neoplasias de todo el cuerpo humano y, en la década en los años noventa, la incidencia del cáncer de colon se incrementó considerablemente en ambos sexos. Como se sabe, lo que es el cáncer colorrectal constituye la tercera causa de mortalidad por cáncer en comparación con otros tipos de cánceres, se ha estudiado y su incidencia se encuentra más en aumento en los países occidentales. El cáncer colorrectal es un padecimiento que año tras año aumenta mundialmente de una manera significativa, en especial en personas de una edad más avanzada ²³.

Se empleó una investigación cuantitativa, a partir del cotejo entre lo que fue intervención efectuada a los pacientes con sospecha de presentar cáncer colorrectal atendidos en el Hospital Calderón Guardia (HCG), durante lo que fue el proceso diagnóstico y la Guía de práctica clínica holandesa que se utilizó para el manejo de cáncer de colorrectal, se obtuvo que, en el Hospital Calderón Guardia (HCG), en el proceso diagnóstico según procedimiento clínico, cuando un paciente en consulta por signos o síntomas que pueden hacer referencia a un posible diagnóstico de cáncer colorrectal, como primer paso se lleva a cabo un examen de tacto rectal; posterior a esto, se le hace un análisis de laboratorio por medio de la prueba de guayaco en heces, seguido de un análisis radiológico mediante colon por enema y una rectosigmoidoscopia. Cuando se analizan todos los resultados, si se observa una lesión, se le toma una biopsia al paciente; en caso de que esta no sea evidente, se procede a realizarle una colonoscopia ²³.

Sin embargo, no se sigue del todo lo que la guía holandesa menciona, debido a que esta guía manifiesta que, si el paciente llega presentando signos o síntomas, inmediatamente se le debe realizar una colonoscopia como primera instancia, ya que presenta una alta sensibilidad; como segundo paso un TAC; y en última instancia un enema. Ahí se permite un diagnóstico más temprano de la enfermedad,

y esto es lo que se desea lograr en este tipo de cáncer, tomando en cuenta que implica una mayor capacidad de curación en los pacientes y una menor probabilidad de recidivas y mortalidad en la población ²³.

Este antecedente es crucial para la actual investigación que se está llevando a cabo. La relevancia de crear o seguir un protocolo en este tipo de pacientes, ante un posible diagnóstico de cáncer colorrectal, es sumamente importante, ya que, cuanto más antes estos pacientes sean vistos, más posibilidad de un tratamiento adecuado y un diagnóstico a tiempo pueden recibir, pues se sabe que en el cáncer colorrectal lamentablemente en la mayoría de casos se da un diagnóstico en etapa tardía; por ende, la importancia de seguir o implementar un protocolo ante este tipo de cáncer es fundamental en el área sanitaria ²³.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

2.1 Qué es el cáncer

Cuando se habla del cáncer, se hace referencia a una enfermedad donde algunas de las células del cuerpo humano se van a multiplicar sin tener ningún tipo de control, y estas células llegan a diseminarse a otras partes del cuerpo. El cáncer puede llegar a desarrollarse en diferentes zonas del cuerpo, debido al crecimiento de múltiples células; lo que pasa que es normal en el cuerpo se llama división celular; aquí las células se deciden de manera normal y natural en el cuerpo, esto a causa de que cuando las células ya envejecen y se dañan, estas mueren; por ende, estas células que se mueren serán remplazadas por nuevas células que produce el cuerpo, según el Instituto Nacional del Cáncer (NIC), en el 2021 ²⁴.

Sin embargo, a veces las células no pueden seguir esta secuencia normal de la división celular, y en este caso es cuando existe la formación de células anormales que lo que hacen es multiplicarse sin ningún tipo de control, y esto no debería suceder. Debido a esta multiplicación anormal de células, se da lo conocido como tumores, los cuales estos pueden ser benignos o malignos ²⁴.

2.1.1 Diferencias entre células cancerosas y células normales

Cuando se habla de células cancerosas, se debe tomar en cuenta que son muy distintas a la hora de compararlas con células normales del cuerpo humano, donde se pueden observar las siguientes diferencias:

Tabla 1. Diferencia entre células cancerosas y células normales

Células cancerosas	Células normales
Estas son originadas sin recibir ningún tipo de señal de que estas células deben ser formadas; simplemente se forman de manera anormal sin recibir ningún tipo de señalización.	Las células normales del cuerpo solamente son formadas si estas reciben señalización de que se formen; por el contrario, si no reciben la señal, se forman.
En el caso de la formación de células cancerosas, no respetan la indicación de que dejen de formarse, multiplicarse o que se destruyan; simplemente se multiplican sin ningún tipo de control.	Las células normales del cuerpo dejan de formarse o multiplicarse con la señal que estas reciben.

Las células cancerosas lo que hacen es invadir las áreas cercanas de donde se forman, y también estas se diseminan a otras partes lejanas del cuerpo.	Las células normales dejan de formarse y multiplicarse, cuando estas se encuentran con otras células del cuerpo, y casi nunca las células normales se posicionan en otros lugares del cuerpo.
Las células que son cancerígenas lo que hacen es esconderse en el sistema inmune del ser humano.	El sistema inmune destruye o mata las células anormales del cuerpo.

Fuente: Instituto Nacional del Cáncer ²⁴.

2.1.2 ¿Como se forma el cáncer?

Como se sabe, el cáncer es una enfermedad genética, hace referencia a que existe un problema a nivel de los genes de las personas; por eso esta enfermedad puede ser heredada. El cáncer se desarrolla cuando existen cambios en el material genético o en los genes, los cuales controlan el funcionamiento de las células, en cómo estas se forman y se multiplican para producir el cáncer. Existen diferentes cambios genéticos, los cuales llevan a una persona a desarrollar cáncer ²⁴:

1. Cuando existen errores en la multiplicación de las células, como la formación anormal y formación sin ningún tipo de control
2. Cuando se producen daños en el ácido desoxirribonucleico (ADN), por causa de sustancias ambientales que perjudican este ADN, como lo es el humo del tabaco, los rayos ultravioletas (UV), como los que producen el sol y las diferentes sustancias del exterior.
3. Cuando existe predisposición genética, que es cuando un hijo hereda de sus padres la enfermedad, en este caso el cáncer por antecedentes heredofamiliares (AHF).

Cuando el cuerpo identifica que las células tienen un daño en su ADN, lo normal es que el cuerpo las elimina antes de que estas células que tienen ese daño se vuelvan cancerosas. Pero el problema es que la capacidad de eliminación de estas células, las cuales están sufriendo el daño, se disminuye conforme la persona

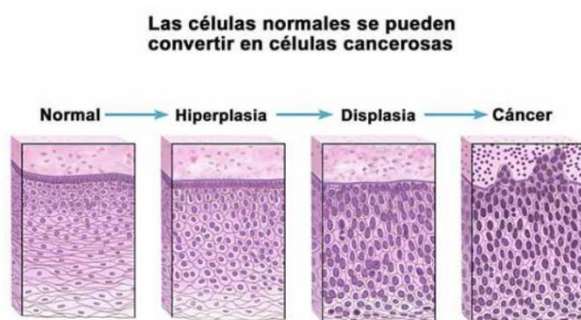
envejece; de aquí es donde viene el riesgo de que cuanto mayor edad tiene la persona, esta tiene mayor riesgo de desarrollar cáncer ²⁴.

2.1.3 Cambios no cancerosos en los tejidos

Se debe tener en cuenta que no todos los cambios que suceden en los tejidos son cancerosos, pero es importante saber también que, en un tratamiento para tratar estos cambios, si se podrían volver cancerosos, hay cambios como los siguientes:

1. Hiperplasia: cuando existe un aumento más de lo normal de células en un tejido del cuerpo y esto hace que se acumulen demasiadas células; sin embargo, lo que son las células y el tejido se observan de manera normal cuando se ven en el microscopio, se tienen varias causas de hiperplasia, y una de ellas puede ser la irritación crónica ²⁴.
2. Displasia: esta afectación es mucho más avanzada que la hiperplasia. En la displasia también se acumulan demasiadas células, pero en este caso las células sí se ven anormales y cambian las estructuras del tejido; mientras más anormales se ven las células y el tejido, es más probable que se pueda convertir en cáncer ²⁴.
3. Carcinoma in situ: es una enfermedad avanzada localizada, se le conoce como cáncer en estadio 0, pero no es cáncer, pues las células anormales no se diseminan a tejido cercano, como ocurre en las células cancerosas. Este se debe tratar, porque puede ser que algunos carcinomas in situ se puedan convertir en cáncer ²⁴.

Figura 1. Progreso de células normales a cancerosas



Fuente: Instituto Nacional del Cáncer ²⁴.

2.2 Qué es el cáncer colorrectal

El cáncer colorrectal se puede originar de una parte del colon o del recto, o en este caso de ambos lugares anatómicos, ya que abarca parte del colon y parte del recto; esto va a depender del lugar donde el cáncer sea originado. Cuando se hace presente este tipo de cáncer es debido al crecimiento descontrolado de células en el cuerpo humano ²⁵.

Como bien se sabe, del cáncer colorrectal desde hace unos cuantos años hasta la actualidad, su tasa de incidencia ha aumentado de una manera alarmante a nivel mundial, tomando el tercer lugar en el cáncer más frecuente en la población mundial y el segundo lugar de cáncer que provoca la muerte; no se puede dejar de lado la importancia que tiene este tipo de cáncer en la actualidad ²⁵.

2.3 Epidemiología

Como se ha mencionado, el cáncer colorrectal predomina en la mayoría de los casos en personas mayores; lo que es la edad media de presentación de este caso es de 70 años y la mayoría de los pacientes en el 70% de los casos, tienen una edad >50 años cuando se hace el diagnóstico, pero no se debe dejar de lado que este tipo de cáncer también se está haciendo presente en personas más jóvenes y la incidencia está aumentando en este grupo de edad, que es la población <50 años ²⁵.

2.4 Incidencia del cáncer colorrectal

Se respalda por los datos que brinda el Observatorio de Cáncer de la Asociación Española Contra el Cáncer. Se estima que en España se diagnosticaron 40 203 nuevos casos de cáncer colorrectal en lo que fue el año 2023, tomando el lugar como el tumor más frecuente que se diagnosticó en España por ambos sexos. Tomó el lugar en el segundo tumor más diagnosticado en hombres después del de próstata y en mujeres después del de mama. El cáncer colorrectal casi es el 15% de todos los tumores que fueron diagnosticados en el año 2023 ²⁵.

2.4.1 Incidencia según la OMS

Con datos respaldados por la página de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cáncer de colon es la segunda causa de muerte relacionada con otros cánceres a nivel mundial. Se obtienen resultados que en el año 2020 hubo más de 1.9 millones de casos nuevos de cáncer colorrectal y se reportaron más de 930.000 mil muertes por causa del cáncer colorrectal en todo el mundo ²⁶.

Con respecto a las variaciones geográficas que se obtuvieron respecto a las tasas de incidencia y de mortalidad a causa de esta enfermedad, lo que fueron las tasas de incidencia fueron mayores en los países de Europa, Australia y Nueva Zelanda y, con respecto a las tasas de mortalidad mayores, estas fueron en Europa occidental. Se menciona que de la actualidad al año 2040 la carga del cáncer colorrectal aumentará a 3.2 millones de casos por año, lo cual es un aumento significativo de un 63% y de 1.6 millones de muertes por año, lo cual tiene un promedio de un 73% de muertes a causa del cáncer colorrectal; sin duda alguna, son cifras sumamente alarmantes ²⁶.

Debido a la reducción que se ha dado en el cáncer colorrectal, es en los países de ingresos altos, ya que estos cuentan con programas de cribado. Con respecto a lo que viene siendo el pronóstico del cáncer colorrectal, como se mencionará más adelante más detalladamente, esto va a depender mucho del estadio en el que se encuentren las personas, diagnóstico oportuno, tratamiento adecuado y un buen seguimiento y cambios en el estilo de vida de ellas ²⁶.

2.4.2 Incidencia de cáncer colorrectal en Costa Rica

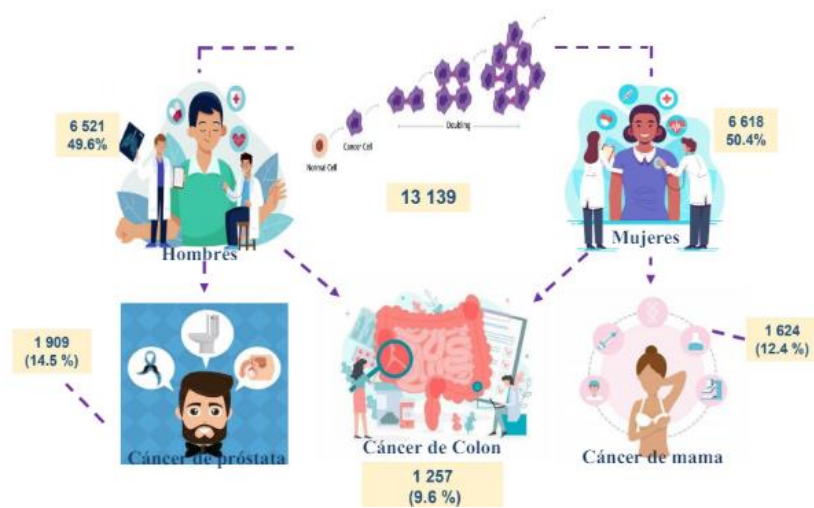
Según lo mencionan los doctores Juárez y Córdoba, en el 2023, el cáncer es una enfermedad que afecta a miles de personas en todo el mundo y Costa Rica en este caso no es la excepción, pues el cáncer es una enfermedad compleja que puede llegar a afectar cualquier parte del cuerpo humano y, así como existen diferentes de cánceres, todos tienen de fondo el crecimiento anormal de células ²⁷.

Con respecto a las estadísticas más recientes, lamentablemente el cáncer es la segunda causa de muerte en la población costarricense, después de las enfermedades cardiovasculares y antes de la pandemia del COVID-19. Respecto a

los datos, se estima que cada año se diagnostican alrededor de 100.000 nuevos casos de cáncer en el país de Costa Rica, donde estas cifras son alarmantes, y se posiciona como un problema de salud pública del país ²⁷.

Los cánceres con mayor mortalidad en Costa Rica son: cáncer de pulmón, cáncer de mama y cáncer de colon. Según los datos de organismos internacionales, mencionan que para el año 2040 el número de casos nuevos de cáncer por año aumentará a 29.5 millones y la cantidad de muertes por cáncer que se tendrá es de 16.4 millones ²⁷.

Figura 2. Número de casos de cáncer en Costa Rica en el año 2020



Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social CCSS ²⁷.

Como se observa en la imagen, hace referencia al número de casos de cáncer del 2020 en Costa Rica, en ambos sexos en una población de todas edades, donde el 14,5% representa el cáncer de próstata, el 12,4% representa el cáncer de mama y el 9,6% representa el cáncer de colon, en este caso en una población tanto femenina como masculina ²⁷.

2.5 Anatomía del Colon y Recto

Es importante saber la anatomía y conocerla, para así poder comprender de mejor manera lo que es el cáncer colorrectal, ver cómo está estructurado

normalmente y cuáles son sus funcionamientos, tanto de lo que es el colon como lo que es el recto ²⁸.

El colon y el recto están coronados por la parte del intestino grueso, lo cual pertenece a la última parte del sistema digestivo del cuerpo humano; la parte del intestino grueso en su gran mayoría está conformada por lo que es colon. El colon se caracteriza por ser una estructura muscular que mide aproximadamente un metro y medio (1,5), que podrían ser como cinco pies de longitud aproximadamente. Es muy importante saber que el colon tiene diferentes partes, las cuales se nombran respecto a la dirección en la que estas se encuentran ²⁸.

2.5.1 Secciones del colon

1. Primera sección: es conocida como **colon ascendente**, quien da inicio en una bolsita que se le conoce como ciego; a esta parte llega el alimento no digerido del intestino delgado y este colon ascendente continúa hacia arriba hasta el costado derecho del abdomen ²⁸.
2. Segunda sección: es conocida como **colon transverso**; esta cruza de manera horizontal el abdomen, desde la derecha hacia la izquierda.
3. Tercera sección: es conocida como **colon descendente**; esta parte del colon va en dirección descendente o hacia abajo en la parte izquierda del abdomen.
4. Cuarta sección: es conocida como **colon sigmoideo**; tiene forma de “S” este tipo de colon, el cual es la parte final conformada por el colon; esta porción se une al recto y conecta con el ano ²⁸.

De estas cuatro secciones del colon, a dos se les conoce como colon proximal (son el colon ascendente y transverso), y dos son conocidas como colon distal: son el colon descendente y sigmoideo, esto debido a su anatomía ²⁸.

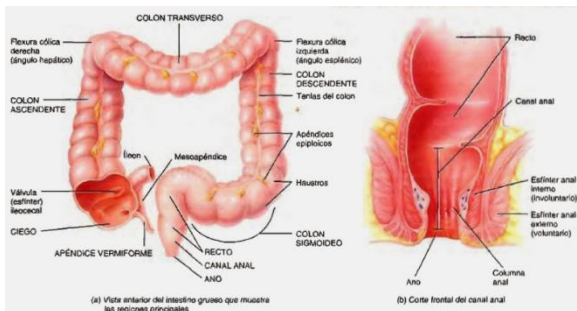
Anatómicamente, el colon se divide en colon derecho, el cual se encuentra conformado por: el ciego, el apéndice vermicular, el colon ascendente y el ángulo hepático. El colon izquierdo se encuentra conformado por: ángulo esplénico, colon descendente y colon sigmoideo. Con respecto a lo que es el colon trasverso, este se encuentra horizontal en unión al colon derecho y al colon izquierdo ²⁹.

El colon se encuentra conformado por cuatro capas que lo recubren, las cuales son ²⁹:

1. Una capa serosa, la cual es la más externa.
2. Una capa muscular.
3. Una capa submucosa.
4. Una capa mucosa: es la más interna.

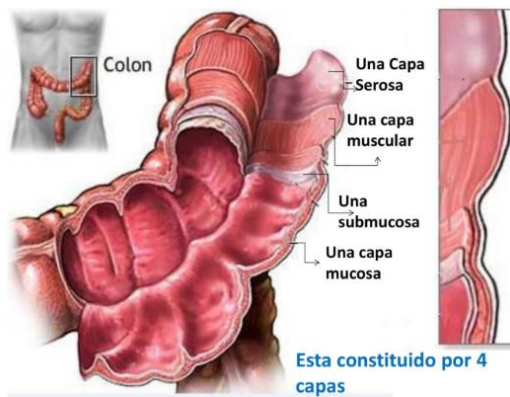
Con respecto a la anatomía del colon, para que se entienda de una mejor manera dónde se encuentran ubicadas las diferentes porciones del colon y ver la división de las capas que compone el colon, se representan con las siguientes figuras ²⁹:

Figura 3. Intestino Grueso (Colon)



Fuente: Red Española de Registro de Cáncer ²⁹.

Figura 4. Capas del Intestino Grueso



Fuente: Red Española de Registro de Cáncer ²⁹.

2.6 Signos y Síntomas

Como toda enfermedad, se debe saber que la presencia de síntomas y signos en las enfermedades pueden ser características y un signo de alarma, como se tienen los siguientes en el cáncer colorrectal (CCR) ³⁰:

1. Hábitos Intestinales: se harán presentes cambios en los hábitos intestinales de los pacientes, como lo pueden llegar a ser la diarrea, el estreñimiento o lo que son las evacuaciones, pero de manera más frecuente de lo habitual ³⁰.
2. Hematoquecia: presencia de sangre en heces de color bermellón oscuro o rojo brillante; este signo es característico de cáncer colorrectal y también se le conoce como la hematoquecia ³⁰.
3. Consistencia de las heces: la presencia de las heces es más estrecha.
4. Evacuación incompleta: la persona va a dar del cuerpo y siente una sensación de que el intestino no se vació por completo ³⁰.
5. Dolor abdominal, cólicos e inflamación abdominal.
6. Pérdida de peso sin ninguna causa de fondo.
7. Mucha debilidad, fatiga y cansancio, sin explicación ³⁰.

2.7 Factores de riesgo de cáncer colorrectal

En la presente labor investigativa, la importancia de poder reconocer los factores de riesgo del cáncer colorrectal es fundamental, ya que estos son los de un indicador sumamente importante para poder orientarse en un posible diagnóstico de desarrollo del cáncer colorrectal; la importancia de saber reconocer este tipo de factores de riesgo permite hacerle un diagnóstico temprano a la población, donde se va a mencionar, a continuación, que existen factores modificables y no modificables ³¹.

2.7.1 Qué es un factor de riesgo

Cuando se habla de que una persona se encuentra expuesta a un factor de riesgo, es todo aquello que aumenta la probabilidad de que ella pueda llegar a desarrollar una enfermedad, como lo es en este caso el cáncer colorrectal ³¹.

No todos los cánceres tienen los mismos factores de riesgo, sin embargo, se pueden relacionar algunos; existen factores de riesgo que pueden ser modificables

como lo es el fumado, además de que también hay factores de riesgo que no son modificables, como lo son la edad y los antecedentes heredofamiliares, y estos no se pueden revertir ni modificar ³¹.

Se debe tener claro que, no por hacerse presente los factores de riesgo, las personas van a desarrollar la enfermedad, como lo es también que hay personas quienes ya tienen la enfermedad desarrollada, y ellas no presentaron ningún factor de riesgo ³¹.

2.7.2 Factores de riesgo modificables

Cuando se habla de factores de riesgo que se pueden modificar en las personas, la mayoría de estos están relacionados con el estilo de vida de cada una de ellas, donde se han visto relacionadas con este tipo de factores de riesgo con el posible desarrollo de cáncer colorrectal, como lo menciona la American Cancer Society, en el 2024, cuando más de la mitad de todos los cánceres colorrectales están relacionados con factores de riesgo que se pueden cambiar ³¹.

1. Sobrepeso u obesidad

Si una persona se encuentra con sobrepeso u obesidad, donde se tiene un IMC mucho más alto de los valores normales, presenta una mayor probabilidad de desarrollar y posiblemente fallecer por el cáncer colorrectal, se debe tener un peso saludable para poder disminuir la probabilidad de llegar a desarrollar este tipo de cáncer ³¹.

2. Diabetes Mellitus Tipo II (DM2)

Las personas que presentan este tipo de diabetes tienen más probabilidad de poder desarrollar un cáncer colorrectal, en comparación con las personas que no padecen de esta enfermedad de fondo. Según los investigadores, mencionan que es debido a los altos niveles de insulina que presentan las personas que tienen esta enfermedad de fondo, como lo es la diabetes mellitus ³¹.

Se debe tener en cuenta que tanto la enfermedad de diabetes tipo II como lo es el cáncer colorrectal, presentan algunos factores de riesgo que son similares, como lo son la presencia de sobrepeso y el sedentarismo (inactividad física). Sin

embargo, estas personas que tiene diabetes tienen un mayor de riesgo al desarrollar este tipo de cáncer y, debido a su enfermedad de fondo a la hora del diagnóstico, suelen tener un pronóstico menos favorable ³¹.

3. Alimentación

Como se sabe, una alimentación poco saludable no es buena para la salud, ya que trae el desarrollo de muchas enfermedades de fondo; en este caso, en el cáncer colorrectal no es la excepción, pues el alto consumo de carnes rojas como lo son res, cerdo, cordero o hígado, al igual que los alimentos procesados, como las salchichas o embutidos, entre otros alimentos procesados, van a aumentar el riesgo de un posible desarrollo de cáncer colorrectal ³¹.

Con respecto a los alimentos cocinados en temperaturas muy elevadas, como lo son las frituras, en este caso, pollo frito, pollo asado, alimentos hechos en la parrilla, también llegan a aumentar significativamente el riesgo de desarrollar cáncer colorrectal, ya que podrían liberar químicos malos para la salud y, a su vez, aumentar el riesgo ³¹.

Con respecto a las vitaminas que hay en el cuerpo, se debe saber que tener la vitamina D baja, puede incrementar el riesgo de esta enfermedad. Por eso es importante tener un control en la alimentación y comer de manera saludable los alimentos, disminuir alimentos procesados y con un nivel calórico alto, para poder disminuir el riesgo de desarrollar este tipo de cáncer ³¹.

4. Fumar

Se debe tener presente este antecedente, ya que es de suma importancia saber si la persona consume o consumió tabaco y desde qué edad y hace cuánto tiempo, pues una persona que consume o consumió tabaco es más propensa a desarrollar un cáncer colorrectal, que una persona que jamás ha fumado tabaco. Es importante saber que las personas que fuman tabaco se encuentran propensas al desarrollo de pólipos a nivel del colon; se sabe que el principal cáncer que se desarrolla por fumar es el cáncer de pulmón. Sin embargo, no es solamente el

desarrollo de cáncer pulmonar, porque también se encuentran relacionados otros tipos de cáncer, como lo es el cáncer colorrectal ³¹.

5. Alcohol

Se ha encontrado un vínculo importante con el consumo excesivo de alcohol y el posible desarrollo de cáncer colorrectal; no solamente es un consumo excesivo, también está relacionado con el consumo ligero a moderado, donde también se tiene un vínculo de factor de riesgo con este cáncer. Lo mejor que se les podría indicar en este caso a las personas es que no consuman alcohol, o si lo hacen que lo hagan moderadamente con no más de dos bebidas alcohólicas al día ³¹.

2.7.3 Factores de riesgo no modificables

En este caso, estos factores de riesgo nadie los puede modificar, ya que son propios de cada ser humano y no existe nada que pueda retardar o cambiar este tipo de factores que los pacientes presenten ³¹.

1. Edad

El riesgo que se tiene en el cáncer colorrectal aumenta con la edad, donde se dice que cuanto mayor edad tiene la persona mayor el riesgo a que desarrolle cáncer colorrectal, y no se debe descartar en un adulto joven la presencia de este tipo de cáncer. Sin embargo, es mucho más común la presencia después de los 50 años; se debe saber que la presencia de este cáncer está aumentando su desarrollo en la población menor a los 50 años, pero aún no se sabe con certeza cuál es el motivo ³¹.

2. Antecedentes étnicos

En lo que es la raza, las personas procedentes de origen nativo americano o personas que son nativas de Alaska, tienden a tener una mayor tasa de incidencia en el desarrollo de cáncer colorrectal, seguidas por las personas que son afrodescendientes, tanto del sexo masculino como femenino, y lo que es la población de origen judío de Europa occidental, quien es una de las poblaciones que corren mayor riesgo de desarrollo de cáncer colorrectal, en comparación con otro grupo étnico a nivel mundial ³¹.

3. Género sexual biológico

Con respecto al género de las personas, se menciona que los hombres tienen mayor frecuencia de desarrollar cáncer colorrectal en comparación con las mujeres. No se sabe la razón específica; cuando se hace presente este tipo de cáncer en la población femenina es más común en la parte derecha del colon, especialmente las mujeres que ya han pasado la etapa de la menopausia ³¹.

4. Colectectomía

Se ha visto que las personas a quienes se les ha extraído la vesicular biliar por colectectomía llegan a presentar un riesgo ligeramente mayor de desarrollar cáncer colorrectal al lado derecho; sin embargo, no se tiene aún certeza del porqué, pero se encuentra en investigación ³¹.

5. Antecedentes personales de CCR o pólipos colorrectales

Si los pacientes se sometieron a una colonoscopia y ellos tuvieron antecedentes de pólipos adenomatosos o adenomas, esto va a aumentar el riesgo de desarrollo de cáncer colorrectal, especialmente si los pólipos son grandes, existen pólipos en abundancia y si alguno de ellos arroja que es displásico ³¹.

Si la persona tuvo en algún momento cáncer colorrectal y, aunque este ya se haya extirpado por completo, lamentablemente aumenta la posibilidad de desarrollar cáncer en otras partes del colon y del recto. Las probabilidades de que esto pueda suceder aumentan, si el paciente tuvo cáncer colorrectal en una edad joven ³¹.

6. Antecedentes personales de enfermedad intestinal inflamatoria (EII)

En cuanto a la enfermedad intestinal inflamatoria, la colitis ulcerosa o la enfermedad de Crohn, si las personas presentan algunas de estas enfermedades de fondo, tienen un riesgo alto en el desarrollo de cáncer colorrectal. Con respecto a lo que es la enfermedad intestinal inflamatoria, es cuando se tiene el colon inflamado por un tiempo muy prolongado, por ejemplo, las personas que han padecido de EII por muchos años y ellas no han sido tratadas en ningún momento,

estas personas a menudo llegan a tener displasia; esto significa que las células del colon y recto llegan a verse anormales, aunque estas no sean células cancerosas, pero se debe tener cuidado, ya que estas células pueden llegarse a hacer cancerosas con el paso del tiempo ³¹.

7. Antecedentes previos a radiación abdominal

Si la persona recientemente estuvo expuesta a radiación en la región de colon, como la área pélvica o abdominal, va a incrementar las posibilidades de desarrollar cáncer colorrectal. Que la persona haya recibido radiación especialmente en esta región del cuerpo, especialmente en su infancia, va a implicar la necesidad de realizar pruebas para una detección de cáncer colorrectal a una edad más temprana ³¹.

Con respecto a lo que son los hombres que tuvieron cáncer de próstata y recibieron radioterapia para tratarlo, ellos están más propenso a desarrollar cáncer rectal, ya que el recto recibe una parte importante de la radiación en estos tratamientos ³¹.

8. Antecedentes heredofamiliares de CCR o pólipos adenomatosos

El cáncer colorrectal puede ser heredado; sin embargo, la mayoría de las personas que desarrollan este tipo de cáncer no tienen riesgo de antecedentes familiares de fondo, pero se ha visto que una de cada tres personas, quienes desarrollan este tipo de cáncer, tienen antecedentes de fondo con familiares que tuvieron o tienen cáncer colorrectal ³¹.

Cuando se habla de antecedentes familiares, se debe saber que se tienen los familiares de primer grado, quienes son: madre, padre hermanos, hermanas e hijos. Cuando son antecedentes de CCR en estos familiares de primer grado, hay un mayor riesgo del desarrollo del cáncer; el riesgo es mucho mayor si el cáncer del familiar fue diagnosticado antes de los 50 años, o si hubo más casos de cáncer colorrectal en los familiares de primer grado ³¹.

Cuando se habla del tipo de cáncer que se hereda por medio de un familiar, es debido a que es heredado por los genes que ya vienen con la enfermedad y el

familiar se lo hereda a la persona, donde también están involucrados factores ambientales o combinaciones de otros factores involucrados. Se debe tomar en cuenta, también, que tener familiares que han tenido pólipos adenomatosos se encuentra relacionado con un mayor riesgo de desarrollar cáncer de colon; lo que son los pólipos de tipo adenomatosos se pueden llegar a convertir en cáncer ³¹.

9. Síndromes hereditarios

Lo que es alrededor del 5% de las personas que desarrollan cáncer colorrectal van a presentar cambios genéticos hereditarios o mutaciones, que pueden causar síndromes de cáncer familiar y que pueden padecer la enfermedad. Los síndromes hereditarios más comunes asociados al cáncer colorrectal son: síndrome de Lynch y poliposis adenomatosa familiar ³¹.

2.7.4 Otros factores de riesgo

Acromegalia: muchos informes mencionan que los adenomas colónicos y el CCR ocurren con mayor frecuencia en pacientes que presentan acromegalia, especialmente en aquellos que presentan acromegalia no controlada ³².

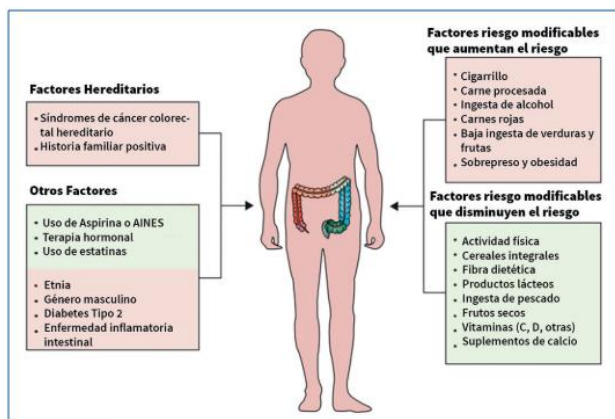
Trasplante renal: en lo que es el trasplante renal junto con la inmunosupresión a largo plazo, ha tenido relación con un mayor riesgo de desarrollo de cáncer colorrectal ³².

Actividad física: hay datos donde se sabe que la actividad física está relacionada con la disminución del cáncer de colon, pero, como se sabe, tener una vida sedentaria aumenta la probabilidad del desarrollo de cáncer colorrectal ³².

Aspirina y AINES: se han relacionado muchos estudios observacionales donde mencionan que la aspirina y otros medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINES), protegen contra el desarrollo de adenomas y cáncer de colon, reduciendo el 20-40% ³².

Terapia hormonal en mujeres: la terapia hormonal postmenopáusica, ya sea terapia combinada o solamente con estrógeno, está relacionada con un riesgo reducido de CCR, aunque los datos son más efectivos para el uso de estrógeno combinado en lugar de solo ³².

Figura 5. Factores de riesgo de Cáncer Colorrectal



Fuente: Gastroenterología Latinoamericana 2023.

2.8 Manifestaciones clínicas

Los pacientes que presentan CCR pueden llegar a presentar múltiples manifestaciones en la clínica o síntomas, pues son los pacientes sintomáticos donde se pueden evidenciar los síntomas, y también hay pacientes asintomáticos, quienes no van a presentar ningún tipo de sintomatología. Por ende, el hallazgo de estos pacientes sería de forma incidental, por medio de exámenes que se les realiza de rutina, por signos o síntomas que puedan dar una evidencia, o pacientes que se presenten al centro de emergencias de un hospital por fuerte dolor abdominal debido a una obstrucción intestinal ³².

Lo que hace un difícil diagnóstico de este tipo de CCR en los pacientes, es que cuando el cáncer se encuentra en una etapa temprana, la mayoría de pacientes no manifiestan síntomas. Los pacientes que son sintomáticos son más fáciles de poder diagnosticar; sin embargo, los que no presentan síntomas solamente se pueden diagnosticar posterior a la aparición de estos, ya cuando el cáncer se encuentra avanzado. Se conoce que la sintomatología que presenta un paciente ante un desarrollo de cáncer colorrectal es: hematoquecia o melena (sangre en heces), dolor abdominal, presencia de anemia por deficiencia de hierro que sea inexplicable, y lo más frecuente es la presencia de cambios en los hábitos intestinales del paciente ³².

En los pacientes que presentan síntomas respecto a las manifestaciones clínicas que estos presentan, eso depende también de la ubicación anatómica donde se encuentre la neoplasia, ya que esto puede dar una indicación si se encuentra a nivel de colon derecho o de colon izquierdo. Las neoplasias que se hacen presentes en colon derecho o ascendente y parte de colon transversal, por anemia por deficiencia de hierro, obstrucción del íleo distal y una presencia de masa palpable tardía, lo que da es un peor pronóstico al paciente y en colon izquierdo o descendente, con una pequeña parte de colon transversal, hay manifestaciones como cambios en los hábitos intestinales, presencia de moco y sangre y presencia de dolor en la región sacra, perineal y anal, presentando un mejor pronóstico para los pacientes ³².

2.8.1 ¿Cómo puede el sobrepeso y la obesidad causar cáncer?

Se sabe que actualmente el sobrepeso y la obesidad es una patología que ha aumentado su incidencia a nivel mundial, y se debe tener cuidado, porque, como parte de múltiples complicaciones que esta enfermedad presenta, una de ellas es el desarrollo de cáncer no solamente de una o dos tipos, sino se encuentra relacionada con 13 tipos de cáncer que la persona puede llegar a desarrollar; algunos de ellos pueden ser: adenocarcinoma de esófago, mieloma múltiple, cáncer de útero, cáncer de mama y cáncer de colon y recto, entre otros tipos de cáncer ³³.

Como se sabe, el sobrepeso y la obesidad causan múltiples cambios en el cuerpo humano, como lo es la inflamación a largo plazo, también lo que son los altos niveles de insulina, el aumento del factor de crecimiento insulínico y lo que es el aumento de las hormonas sexuales. En el desarrollo de cáncer secundario a esta patología depende, pues cuanto más peso excesivo tenga la persona, mayor es el riesgo; y también depende del tiempo del exceso de peso que tiene la persona, mientras mayor peso tenga, mayor es el riesgo del desarrollo de cáncer ³³.

2.9 Diagnóstico

Con relación a un diagnóstico adecuado en el cáncer colorrectal, se debe hacer una excelente historia clínica, un completo examen físico, e indagar de manera precisa y determinada los antecedentes personales y familiares de fondo al

paciente, es lo principal que se debe analizar, ya que estos detalles pueden dar una información sumamente valiosa, que pueda hacer sospechar la presencia de un posible cáncer colorrectal. El profesional de la salud debe tener un excelente conocimiento en la identificación de los posibles factores de riesgo, para así poder descartar o confirmar la historia de desarrollo del cáncer colorrectal ³⁴.

Respecto a lo que es la identificación de la clínica del paciente, se hace presente en el 20-35% de los casos, se deben identificar los signos y síntomas más característicos, como lo son:

2.9.1 Pruebas para la detección de cáncer colorrectal

Se debe tener presente que el cáncer colorrectal puede presentar síntomas o no, principalmente al inicio de la enfermedad, cuando son las etapas tempranas, las personas cuesta que presenten sintomatología; por esto la dificultad de hacer un diagnóstico temprano ante el desarrollo del cáncer colorrectal. Con respecto a los síntomas que se mencionaron anteriormente, se le debe informar al paciente que, si se hacen presentes estos síntomas, debe consultar inmediatamente ³⁴.

Al hacer referencia al grupo Preventivo de Estados Unidos, el cual se encuentra conformado por médicos profesionales, recomienda que los adultos de rango de edades de 45-75 años, deben iniciar con las pruebas de detección de cáncer colorrectal. Se recomienda iniciar a los 45 años para una detección más temprana; posterior a los 75 años se debe hablar con un profesional de salud, para ver si es necesario o no realizarse este tipo de pruebas ³⁴.

2.9.2 Análisis de materia fecal

Estas pruebas se dividen en tres pruebas diagnósticas:

- **Prueba de sangre oculta en heces con guayacol (gFOBT) o guayaco:** en este procedimiento se utiliza una sustancia química llamada guayacol, esto con el fin de poder detectar la presencia de sangre oculta en las heces ³⁴.
- **Prueba de inmunoquímica fecal (FIT):** se utilizan anticuerpos, para poder detectar si se tiene presencia de sangre en las heces ³⁴.

- **Prueba de inmunoquímica fecal con análisis de ADN o análisis de ADN en heces:** en este procedimiento existe una combinación de análisis inmunoquímico con una prueba que detecta la presencia de ADN alterada en las heces tomadas del paciente, y se busca la presencia de células cancerosas ³⁴.

2.9.3 Sigmoidoscopia flexible

Es un procedimiento, donde el profesional de salud lo que hace es introducir un tubo de tamaño corto, flexible, que contiene una luz en la parte superior, se introduce por el recto del paciente, llegando hasta el tercio inferior del colon; esto lo que hace es visualizar internamente el colon, buscando presencia de pólipos o cáncer (tumor) a nivel de recto ³⁴.

2.9.4 Colonoscopia

Es una intervención muy similar a la anteriormente mencionada, con la excepción de que el médico utiliza un tubo mucho más largo, flexible y con luz en la parte superior, para así poder visualizar pólipos o cáncer, ya sea a nivel de colon o recto; con esta intervención se le permite al profesional de la salud el poder ver el colon de manera completa. En esta intervención, el médico puede extirpar los pólipos que sean necesarios, con el fin de eliminar lesiones que puedan ser precancerosas; este procedimiento es utilizado también como prueba de seguimiento, si en otras pruebas se ha encontrado algo inusual ³⁴.

2.9.5 Colonografía por TAC o Colonoscopia Virtual

Este procedimiento utiliza rayos X y se debe tener computadoras, para así poder obtener imágenes de todo el colon en tiempo real. Estas imágenes son arrojadas a lo que es la pantalla de la computadora, donde el médico podrá ir viéndolas y analizándolas en el tiempo real donde se le está haciendo el procedimiento al paciente, dando una mejor inspección del interior del colon ³⁴.

2.10 Qué es la colonoscopia

Este es un procedimiento de elección para poder evaluar de manera efectiva el colon, y es el principal tamizaje para cáncer colorrectal; es un procedimiento que suele ser seguro, y no se debe dejar de lado que este procedimiento es un estándar de oro para la detección precisa de lo que es el cáncer colorrectal, utilizada a nivel mundial, ya que es empleada en pacientes que tienen un riesgo promedio que no tiene factores de fondo, pero promueven la degeneración de neoplasias, como aquellos pacientes que tienen un riesgo aumentado, que en este caso son pacientes que tienen síndromes poliposos hereditarios, enfermedad intestinal inflamatoria crónica, antecedentes de familiares de primer grado con cáncer colorrectal ³⁵.

Qué tan efectiva es la colonoscopia, eso depende de varios factores de fondo como, por ejemplo, la calidad de qué tan bien se prepara el intestino, la duración y la eficacia del procedimiento, cuán cuidadoso es el profesional de salud para poder observar a la hora que realiza la inspección del colon del paciente y que se tenga un tiempo de salida adecuado, para así poder tener una adecuada tasa de detección de adenomas si estos están presentes. Una tasa de detección de adenomas es necesaria, para así poder decir que una colonoscopia fue considerada como un tamizaje seguro y, de esta manera, poder reducir el tiempo de cáncer y poder intervenir en el retiro de pólipos y la elección del tratamiento ³⁵.

En este procedimiento, el profesional de salud debe tener una adecuada experiencia en poder realizarlo, pues con una excelente experiencia se puede disminuir la aparición de eventos adversos. Según estudios recientes, se ha visto que la efectividad de la colonoscopia en lo que es el colon proximal es deficiente, ya que puede variar por una preparación inadecuada y una detección de adenomas deficiente, pasando por alto la presencia de estas lesiones. Una de las principales metas que se tiene en la colonoscopia es poder mejorar la técnica de este procedimiento en el colon derecho ³⁵.

2.10.1 Indicaciones para la realización de una colonoscopia

- Cuando al paciente se le realizan pruebas de imagen y este presenta algún tipo de alteraciones significativas ³⁵.
- Para poder evaluar de manera precisa un sangrado digestivo bajo.
- Evaluar cuando el paciente tiene presencia de anemia ferropénica.
- Es utilizada principalmente como tamizaje de cáncer colorrectal en pacientes > 50 años ³⁵.
- Este procedimiento se utiliza para el seguimiento de personas que han tenido antecedentes de cáncer colorrectal.
- Es un aprueba que también se les hace a los pacientes como tamizaje para displasia, en aquellos con enfermedad intestinal inflamatoria ³⁵.
- A pacientes que tienen cuadro de diarrea crónica.

2.11 Estadios del CCR

Cuando una persona recibe el diagnóstico certero de la confirmación de cáncer colorrectal, la siguiente etapa es poder determinar en qué estadio del cáncer se encuentra ella, para así poder determinar si el cáncer se ha expandido o hasta dónde se encuentran las células cancerosas de este, para así poder decidir cuál es el siguiente paso que se le debe llevar a cabo a este paciente ³⁶.

Con respecto al cáncer colorrectal, este se halla presente en cinco estadios, donde el paciente se debe clasificar, dependiendo de cuán avanzado se encuentre el cáncer en él ³⁶.

1. **Estadio 0:** es cuando el tumor o el cáncer no ha sobresalido más allá de la capa interna del colon o del recto; esto es cuando se le conoce como un carcinoma in situ ³⁶.
2. **Estadio I:** en esta etapa, el cáncer ha sobresalido las capas internas del colon y el recto, pero aún no se ha extendido a los ganglios linfáticos ³⁶.
3. **Estadio II:** acá el cáncer se puede extender a las capas externas del colon o del recto, y puede que también a través de la pared del colon o del recto, pero no se ha extendido a los ganglios linfáticos ni a ningún otro órgano ³⁶.

4. **Estadio III:** ya en esta etapa, el cáncer se ha llegado a extender hasta los ganglios linfáticos cercanos al lugar donde se ha originado el tumor o el cáncer; sin embargo, no se ha expandido hacia otros órganos ³⁶.
5. **Estadio IV:** esta es la etapa más avanzada del cáncer, donde ya el cáncer se ha diseminado a otros órganos tanto cercanos como lejanos de donde se originó el tumor, y es cuando se le conoce como “metástasis” ³⁶.

Figura 6. Estadios de Cáncer colorrectal



Fuente: Memorial Sloan Kettering Cancer Center ³⁶

2.11.1 Cómo se realiza la estadificación de un CCR

Antes de poder colocar a un paciente en un estadio, existen varias fases o etapas antes que esto suceda; las más utilizadas por los pacientes son la fase clínica y el estadio patológico ³⁶.

2.11.2 Fase clínica

Esta fase es una de las más importantes, ya que la mayoría de la estadificación del cáncer se basa en la fase clínica, que consta de: tomar una biopsia de la lesión, realizar análisis de laboratorio y de hacer pruebas de imagen, donde cada una de ellas se explicará a continuación ³⁶.

- **Biopsia:** en los cánceres colorrectales, la mayoría de estos son detectados mediante una colonoscopia, donde, en este procedimiento, se toma una biopsia de la lesión que se encuentra y se manda a patología para su debida

valoración. En esta biopsia del tejido, el patólogo tomará en cuenta las células, las clasifica y les asigna un grado; esto lo que indica es qué tipo de cáncer presenta el paciente y si puede actuar o no de forma agresiva ³⁶.

- **Análisis de laboratorio:** una vez que se tiene un diagnóstico de cáncer colorrectal, se le envían al paciente exámenes de sangre, para poder medir marcadores como: recuento de glóbulos blancos, glóbulos rojos y nivel antígeno carcinoembrionario (CEA), lo cual es un biomarcador de CCR ³⁶.
- **Pruebas de imagen:** es de suma importancia que los médicos indiquen pruebas de imagen, para poder examinar abdomen, tórax y pelvis, se realizarán pruebas de imagen, como lo son la Tomografía Computarizada (TC) y la Resonancia Magnética (RM) ³⁶.

2.11.3 Estadío patológico

Como lo menciona la doctora Carmen Fong, cirujana especialista en cáncer colorrectal, ella utiliza la antología de una magdalena para poder describir el estadio clínico y patológico. En un estadio clínico inicial solamente se quita una parte superior de la magdalena, pero para poder examinarla realmente se debe cortar por la mitad. La etapa clínica se analiza a través del procedimiento de la colonoscopia; en cambio, el estadio patológico se identifica mediante una cirugía ³⁶.

- **Estadificación patológica del cáncer de colon:** cuando se tiene la estadificación del cáncer de colon, lo siguiente que se debe realizar es la cirugía; posterior a la cirugía se hará un estadio patológico, y aquí es donde se toma en cuenta el estado en el que se encuentran los ganglios linfáticos, si se tiene o no presencia de cáncer en los ganglios linfáticos y ver si se deben extirpar, ver si hay presencia en órganos adyacentes, para poder sacar el estadio patológico y, respecto a esto, brindar el tratamiento ³⁶.
- **Estadificación patológica del cáncer rectal:** si existe presencia de un tumor rectal, donde la masa muy grande o esta ha llegado a afectar los tejidos que rodean el recto, el estadio clínico se llevará al paciente para la colocación de quimioterapia y/o radioterapia, para poder reducir el tamaño del cáncer antes de la intervención quirúrgica que deba tener el paciente ³⁶.

2.11.4 Sistema de estadificación de TNM del AJCC

El Comité Conjunto Americano sobre el Cáncer (AJCC) elaboró y sigue actualizando el sistema de TNM, quien lo que hace es puntuar el tumor de los pacientes en cada una de las siguientes áreas ³⁶:

- **T (Tumor):** indica qué tanto ha aumentado de tamaño el tumor, dentro o a través de la pared del colon o del recto, donde su puntuación va de 0 a 4 ³⁶.
- **N (Ganglios):** evalúa si algún ganglio linfático que se encuentre cercano al tumor de origen presenta cáncer, donde su puntuación va de 0 a 3 ³⁶.
- **M (Metástasis):** en este caso lo que se analiza es ver si el cáncer se ha extendido a otras zonas u órganos que se encuentren fuera del colon; esta puntuación va de 0 a M1, M1a, M1b y M1c ³⁶.

A continuación, se va a explicar cada uno de los estadios según la AJCC, con respecto a la TNM ³⁷.

T (Tumor)

- Tis: el tumor en este caso es in situ, que se encuentra en la mucosa, pero no traspasa las capas de ella ³⁷.
- T1: el tumor ya se encuentra en la submucosa del colon.
- T2: el tumor acá ya invade la muscularis propia del colon.
- T3: el tumor ya se hace presente en la subserosa, o en lo que ya son los tejidos grasos perirrectales ³⁷.
- T4: en este estadio se divide en T4a y en T4b, lo cual puede ser:
 - T4a: ya aquí el tumor crece a través de la pared del recto, pero este no ha logrado crecer hacia otros tejidos u otros órganos cercanos ³⁷.
 - T4b: ya en esta etapa el tumor ha invadido tejidos u órganos adyacentes, como lo pueden ser: la vejiga urinaria, la próstata, la vagina y hasta el útero ³⁷.

N (Ganglios linfáticos)

- N0: acá no hay afectación de ningún ganglio linfático.

- N1: aquí ya se tiene afectación de ganglios linfáticos, pueden ser de uno a tres ganglios perirrectales ³⁷.
- N2: este hace referencia a que ya la metástasis hizo una afectación de cuatro o más ganglios linfáticos, donde se tiene:
 - N2a: la afectación de ganglios es de 4 a 6.
 - N2b: la afectación de ganglios es mayor a 7.

M (Metástasis)

- M0: hay ausencia de metástasis.
- M1: es la presencia de metástasis, pero a distancia ³⁷.

Posterior a haber clasificado al paciente respecto al tumor, ganglios y metástasis, se continúa donde se hace la debida clasificación para brindar una estadificación del cáncer del paciente, como se puede observar en la siguiente figura, donde se representa los estadios según la TNM de AJCC ³⁷.

Figura 7. Estadios TNM de CCR

Estadio 0	Tis	N0	M0
Estadio I	T1-2	N0	M0
Estadio IIA	T3	N0	M0
Estadio IIB	T4a	N0	M0
Estadio IIC	T4b	N0	M0
Estadio IIIA	T1-2	N1	M0
	T1	N2a	
Estadio IIIB	T3-4a	N1	M0
	T2-T3	N2a	
	T1-T2	N2b	
Estadio IIIC	Cualquier T	N2	M0
Estadio IV	Cualquier T	Cualquier N	M1

Fuente: Asociación Española Contra el Cáncer ²⁵.

2.12 Tratamiento

Normalmente, con respecto al tratamiento de cáncer colorrectal, se necesita de cirugía quirúrgica para poder extirpar; sin embargo, se pueden recomendar otros tratamientos, como podrían ser la radioterapia y la quimioterapia. Esta decisión depende mucho de la ubicación y la etapa en la que se encuentra el cáncer; el profesional de salud debe tomar una decisión, tomando en cuenta la salud con la

que se encuentra la persona, y si está de acuerdo con el procedimiento que se le quiere realizar ³⁸.

Hay diferentes tipos de cirugías para el cáncer colorrectal; esto va a depender mucho de en qué etapa se encuentre el paciente, si se halla en una etapa temprana o si se encuentra en una etapa avanzada, donde se explicará a continuación cada una de estas ³⁸:

2.12.1 Cirugías en etapa temprana

Cuando hay un tamaño pequeño en el tumor, estos tipos de cirugías para los pacientes pueden realizarse mediante un enfoque que tenga una invasión mínima para el paciente ³⁸.

- Polipectomía: es un procedimiento bajamente invasivo, donde se extirpa el pólipo que se visualiza durante la exploración de la colonoscopia; si el cáncer se encontrara dentro del pólipo que se extirpa, al eliminar este pólipo se estaría eliminando todo el cáncer ³⁸.
- Resección endoscópica de la mucosa: en este procedimiento lo que se hace es extirpar pólipos más grandes, cuando se está haciendo la colonoscopia, donde se quita el pólipo y una parte del revestimiento interno del colon ³⁸.
- Cirugía laparoscópica: este procedimiento es de invasión mínima; es un procedimiento en el que, mediante una cirugía, se van a extirpar pólipos que no pueden ser extirpados por medio de la colonoscopia. El cirujano hace varios cortes pequeños en la pared abdominal; estos cortes son conocidos como incisiones, donde, a través de estas incisiones, se introducen diferentes instrumentos, como una cámara laparoscópica, para poder visualizar el interior del colon y retirar el pólipo ³⁸.

2.12.2 Cirugías en etapa avanzada

El médico cirujano debe evaluar el tumor que tiene el paciente y ver si el cáncer creció, ya sea dentro del colon o cercano al colon y, así, poder valorar qué se debe hacer, y brindar ciertas recomendaciones primero ³⁸.

- **Colectomía parcial:** es una cirugía que se hace para extirpar una parte del colon, es conocida como colectomía parcial, el médico cirujano lo que hace es extraer una parte del colon afectado donde se encuentra el cáncer, y es posible reconectar porciones sanas del colon o del recto, se da por una invasión mínima por laparoscopia ³⁸.
- **Ostomía:** posterior a cuando se le realiza al paciente la colectomía, existen posibilidades de que no se puedan reconectar las porciones sanas del colon o recto. En este caso, el médico cirujano lo que hace es una abertura en la pared del abdomen, dejando una parte del intestino superior al abdomen; a este procedimiento se le conoce como ostomía, permitiendo que los desechos biológicos humanos o las heces salgan hacia una bolsita que está colocada por encima de la abertura ³⁸. A veces las ostomías son por un tiempo limitado, así permiten que ya sea el colon o el recto se puedan curar adecuadamente posterior a la cirugía; entonces este procedimiento se revierte, pero en algunas ocasiones las ostomías deben ser permanentes ³⁸.
- **Extirpación de ganglios linfáticos:** cuando un paciente tiene cáncer de colon, normalmente los ganglios cercanos a donde se originó el cáncer pueden estar afectados; entonces, durante la cirugía es normal que el cirujano extirpe algunos ganglios cercanos al cáncer, para poder estudiarlos posterior a la cirugía, para ver si hay o no presencia de cáncer ³⁸.

2.12.3 Cirugía en cáncer de colorrectal avanzado

Cuando no es posible extirpar el cáncer mediante una intervención quirúrgica, la opción que prosigue en estos casos es que el cirujano procede a aliviar los síntomas del paciente, pero no los puede curar. En lo que es la intervención quirúrgica, el cirujano puede lograr eliminar las obstrucciones debido al tumor que se encuentra a nivel de colon y, así, poder aliviar los síntomas del paciente, como lo son el dolor que este presenta y el sangrado ³⁸.

Bien se sabe que el cáncer puede llegar a hacer metástasis, y a veces únicamente se hace metástasis a hígado o a pulmón en personas que tienen una excelente salud; lo que son algunas cirugías u otros procedimientos localizados

pueden llegar a extirpar el cáncer de la persona, como lo es la quimioterapia, que puede ser colocada antes o después de la cirugía, tratando de enfocarse en poder eliminar el cáncer a largo plazo ³⁸.

2.12.4 Tratamientos no quirúrgicos

1. Quimioterapia: la puesta de quimioterapia en las personas, se da por medio de colocación de medicamentos que son sumamente fuertes, para que cumplan la función de poder destruir las células cancerosas de su cuerpo. Generalmente, posterior a una cirugía de cáncer, se suele poner quimioterapia a la persona, dependiendo de si este cáncer se extendió y llegó a ganglios linfáticos, debido a que la quimioterapia podría destruir las células cancerosas que quedaron posterior a la intervención quirúrgica, disminuyendo el riesgo de que este cáncer pueda volver a desarrollarse en el paciente ³⁸.

Se debe tener en cuenta que también, cuando se utiliza la quimioterapia antes de la intervención quirúrgica, se hace en los casos que el cáncer tiene un mayor tamaño, debido a que, con la colocación de la quimioterapia, ayuda a reducir la extensión de este cáncer, facilitando a la hora de que este cáncer se extirpe en cirugía sea más sencillo y también esta quimioterapia puede funcionar para aliviar los síntomas de las personas ya cuando el tumor es muy grande, o este se ha expandido a otras zonas del cuerpo ³⁸.

2. Radioterapia: este procedimiento utiliza poderosos haces de radiación o energía para poder destruir las células cancerosas; esta energía que se pone en este procedimiento puede provenir de rayos X, protones u otros tipos de fuentes. La radioterapia también puede disminuir el tamaño del cáncer antes de una cirugía, para que sea más sencillo de extirpar. En pacientes donde la intervención quirúrgica no es una opción de tratamiento, se utiliza radioterapia para poder reducir el dolor; a algunas personas se les coloca radiación y quimioterapia al mismo tiempo ³⁸.
3. Terapia dirigida: en este tipo de terapia se van a utilizar medicamentos que atacarán determinadas sustancias químicas dentro de las células que

contiene el cáncer. Cuando se da un bloqueo de estas sustancias químicas, las terapias dirigidas pueden destruir directamente las células cancerosas. Por lo general, este tipo de terapia dirigida se utiliza en combinación con lo que es la quimioterapia, ya en pacientes que se encuentran con un cáncer avanzado ³⁸.

4. Inmunoterapia: es un tratamiento que, por medio de medicamentos, ayuda al sistema inmune de las personas a destruir las células cancerosas del cuerpo. Como se sabe, la función del sistema inmunitario es poder combatir las enfermedades atacando los gérmenes y las células que no son parte del cuerpo. Las células cancerígenas tienen la ventaja de que pueden sobrevivir porque se ocultan en el sistema inmune; este procedimiento de inmunoterapia lo que hace es ayudar a las células del sistema inmune a encontrar y eliminar las células que son cancerosas para el cuerpo ³⁸.
5. Cuidados paliativos: es un sistema de atención médico-especial, donde una de sus principales funciones es poder aliviar y reducir el dolor de las enfermedades ya en etapa avanzada o graves. En estos casos, el mayor objetivo del personal de cuidados paliativos es poder brindarles una mejor calidad de vida a los pacientes que tienen enfermedades graves y, a su vez, a sus familiares. Los cuidados paliativos son un gran apoyo adicional para los pacientes que tienen un diagnóstico de cáncer, ayudándolos con los otros tratamientos y, con los cuidados paliativos, se les puede brindar un mejor alivio y más vida ³⁸.

Con respecto al tratamiento de cada paciente con cáncer colorrectal, se da dirigido a cada persona, ya que todos los individuos no son iguales; se debe tomar en cuenta hace cuánto tiempo presenta el cáncer, dónde se encuentra localizado, en qué etapa se encuentra el paciente, cómo es su estado en general respecto a sus síntomas. Se estudian los factores de cada paciente, para así poder brindarle el tratamiento más adecuado a cada uno de ellos ³⁸.

2.13 Prevención

Algo que es sumamente importante y lo principal, en estos casos de cáncer colorrectal, y se les debe indicar a los pacientes es los cambios tanto en el estilo de vida como en lo que es la alimentación, actividad física y demás, también es de suma importancia poder realizarse exámenes periódicos, ya que esto los ayuda a ya sea prevenir el cáncer o detectarlo a tiempo ³⁹.

2.13.1 Cambios en el estilo de vida

- Se debe recomendar tener una alimentación saludable, donde se incluyan suficientes frutas y verduras, dejando de lado las comidas rápidas o procesadas, los embutidos o las grasas en exceso ³⁹.
- Se les debe alentar, a los pacientes que son fumadores activos, que deben dejar el tabaco y que, si a estos se les hace difícil, explicarles que existen instituciones que los pueden ayudar ³⁹.
- Es muy importante decirles a los pacientes que deben mantener un estilo de vida activo, mencionarles actividades que ellos puedan hacer, obviamente dependiendo de la edad de cada paciente, como lo es salir a caminar o hacer actividad física en su casa de manera moderada, mantener activo su cuerpo y no mantenerse sedentarios ³⁹.
- Decirles a los pacientes que son consumidores activos de alcohol, que deben reducir, o si es posible quitar por completo el consumo de esta sustancia, e igualmente mencionarles que, si se les dificulta, existen instituciones donde se les puede ayudar ³⁹.
- Se deben evitar las exposiciones a sustancias que están en el medio ambiente ³⁹.

2.13.2 Exámenes periódicos

Sin duda, la mejor manera de poder detectar a tiempo un posible desarrollo de cáncer colorrectal en la población es realizándose exámenes complementarios, ya que ante una detección temprana de este cáncer es más efectiva la probabilidad de que el tratamiento funcione en fases tempranas de la enfermedad. Los estudios que se han realizado demuestran que el cribado puede reducir tanto la incidencia

como lo es la mortalidad de cáncer colorrectal por medio de una detección precoz y, a su vez, poder quitar mediante colonoscopias, lesiones que pueden ser precancerosas ³⁹.

Hay diferentes pruebas que se le pueden realizar a las personas para una detección temprana de cáncer colorrectal y poder detectar pólipos a nivel de colon. Están las pruebas que no son invasivas, como lo es la prueba de heces, donde se analiza la existencia de sangre oculta en las heces, donde si esta prueba es positiva puede ser un indicador de cáncer colorrectal o presencia de pólipos colorrectales, donde lo que el paciente hace es recolectar una pequeña muestra de sus heces para que esta pueda ser analizada en un laboratorio. Si la persona sale positiva en sangre oculta en heces, o existe alguna anormalidad en la consistencia de heces, se debe enviar a hacer procedimientos diagnósticos, como en este caso sería la colonoscopia, para así poder observar el colon de manera interna y ver si existe presencia de cáncer o pólipos colorrectales ³⁹.

Si bien se sabe, estas pruebas de heces son fundamentales para poder saber si se está ante un posible cáncer colorrectal, son fáciles de realizar y no son invasivas para el paciente, así se podría detectar la enfermedad en una etapa inicial, donde sea “más fácil” de poder tratar. Con respecto a las personas que tienen antecedentes de fondo de familiares que han tenido este tipo de cáncer, existen pruebas genéticas que pueden realizarse, para poder evaluar cuánto riesgo tienen ellas de poder desarrollar este tipo de cáncer ³⁹.

2.14 Pronóstico

La esperanza de vida de un paciente diagnosticado con cáncer colorrectal en la actualidad ha aumentado, gracias a los avances en el área de la cirugía y el diagnóstico precoz de la enfermedad. La supervivencia a nivel global de cáncer de colon y recto a los cinco años es de un 54%, siendo una supervivencia global, sin tomar en cuenta la edad del paciente, el tipo de cáncer visto de manera histológica o la fase en la que se encuentre la enfermedad ⁴⁰.

Hay una clasificación de estadios de cáncer colorrectal, según Dukes y Coller, donde los clasifican en cuatro estadios de la enfermedad; esto va a depender de la

infiltración que tenga el tumor en la pared del colon, si se tienen ganglios adyacentes afectados o si el paciente ha hecho metástasis; en otras palabras, si el cáncer ya haya afectado otros órganos, se clasificará en estadios A, B C y D ⁴⁰.

- a) **Estadio A:** es una lesión limitada de lo que es la mucosa del colon y no tiene ningún tipo de afectación a nivel ganglionar ⁴⁰.
- b) **Estadio B:** en este estadio se puede ver afectada una parte o toda la pared del colon, e igual no existe afectación a nivel ganglionar ⁴⁰.
- c) **Estadio C:** aquí se puede ver afectada una parte o toda la pared del colon, y acá sí existe afectación a nivel ganglionar ⁴⁰.
- d) **Estadio D:** ya el paciente en este estadio presenta afectación de otros órganos alejados del lugar donde se encuentra el tumor; a esto se le conoce que el paciente hace metástasis ⁴⁰.

Tabla 2. Supervivencia de Cáncer Colorrectal a 5 años

Estadio	Supervivencia a 5 años
Estadio A	El paciente tiene una supervivencia de 90-92% a 5 años ⁴⁰ .
Estadio B	El paciente tiene una supervivencia de 50-75% a 5 años ⁴⁰ .
Estadio C	El paciente tiene una supervivencia de 22-55% a 5 años ⁴⁰ .
Estadio D	El paciente tiene una supervivencia de < 8% a 5 años ⁴⁰ .

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a lo visto de la supervivencia a cinco años en el estadio C, que son los tumores localizados con afectación a nivel de ganglios, este estadio ha mejorado de forma marcada con la aplicación de la quimioterapia adyacente, la cual es administrada cuando al paciente se le realiza cirugía. Ya en los casos de los tumores que son mucho más avanzados, se ha logrado conseguir que la esperanza de vida sea mayor a dos años ⁴⁰.

2.15 Cáncer colorrectal en jóvenes

La edad es uno de los principales factores de riesgo que se debe tomar en cuenta para el desarrollo de Ca. Colorrectal, y la edad adulta joven es la población que más se predispone en esta enfermedad; sin embargo, con estudios que se

realizaron en Estados Unidos de América, se ha llegado a una conclusión: se debe cambiar el tamizaje de este tipo de cáncer, ya que los casos en una población más joven han aumentado significativamente, así que se inició el realizar nuevas recomendaciones de tamizaje ⁴¹.

Es evidente que lo que es la obesidad y el tipo de alimentación de las personas están altamente relacionadas con el cáncer colorrectal, haciendo que, según los datos de epidemiología dados por Rebecca Siegel y Col, quien es directora del área de vigilancia epidemiológica de la American Cancer Society. Ella llevó a cabo el cambio de las recomendaciones sobre el tamizaje de cáncer colorrectal y, así, disminuir a una edad más temprana en menores de 45 años, y se realizaron estudios, donde se obtuvo un incremento de un 1,1% por año, obteniendo datos del año 2006 al 2015 ⁴¹.

Se obtuvo que el incremento de cáncer a nivel de colon fue de un 0,7% y de cáncer a nivel de recto fue de un 1,7% por año; en estos porcentajes en poblaciones menores de los 50 años, con respecto a estos resultados, se estima un incremento para el año 2030 de desarrollo de cáncer de colon y recto de un 90%-120% en una población sumamente joven de 20-34 años y un incremento de un 27%-40% en una población joven de 35-49 años. Respecto a estos resultados, muestran que es de costo efectivo iniciar el cribado antes de los 50 años ⁴¹.

Se menciona que, según las personas que nacieron en el año 1990, tienden a duplicar y cuadruplicar el riesgo de desarrollo de cáncer colorrectal, comparándolas con la población nacida en el año 1950 en los Estados Unidos de América. Con respecto a lo que es la incidencia en la población joven, aún no se tiene una explicación clara, pero con respecto a diferentes datos obtenidos, se presenta en edades jóvenes por medio de: factores alimenticios, algunos tipos de antibióticos y algo sumamente importante es el cambio que puede llegar a presentar la microbiota intestinal de cada persona ⁴¹.

2.15.1 Factores de riesgo de cáncer colorrectal en población joven

Hay tres principales factores de riesgo a los que está expuesta la población más joven, para llegar a desarrollar un posible cáncer colorrectal a temprana edad, como lo son ⁴¹:

1. Alimentación: lo que es ingerir alimentos con alta cantidad de azúcar, como el Jarabe de Maíz de Alta Fructosa o JMAF, el cual es un tipo de endulzante que es económico y está presente en gran cantidad de alimentos y principalmente en bebidas gaseosas; el consumo de este tipo de azúcar está sumamente vinculado al desarrollo de obesidad y síndrome metabólico en la población, y presenta una gran relación con el desarrollo de CCR. Se realizaron estudios en que el tipo de azúcar en la población joven se vincula con el desarrollo de este tipo de cáncer, por el consumo de azúcares simples en la adolescencia, y se encuentran altamente vinculados con el consumo de este tipo de azúcares y bebidas que sean gaseosas, lo cual está asociado al desarrollo de adenomas de colon y principalmente de recto en una edad adolescente ⁴¹. También, se deben tener presentes otros tipos de factores alimentarios, como lo son las frituras, las comidas procesadas, los embutidos, entre otros, sin dejar de lado que no solamente se vinculan al desarrollo de Ca. Colorrectal, sino a otro tipo de enfermedades ⁴¹.
2. Exposición a antibióticos a edad temprana: que expongan a una persona en una edad sumamente joven a gran cantidad de antibióticos, esto predispone a las personas a desarrollar un posible CCR en una edad mucho más joven. Respecto a un estudio realizado por European Society Medical Oncology, en el 2021: “Mostro (sic) una relación positiva entre la exposición que se le dio a una población infantil de antibióticos y el desarrollo del cáncer colorrectal en la población joven, principalmente en colon ascendente ⁴¹”.
3. Cambios en la microbiota: los cambios que sufre la microbiota intestinal juegan un papel sumamente importante ante el desarrollo del CCR, pues se ha visto que una microbiota que metabolice azufre y genere sulfato de hidrógeno se encuentra relacionada con el desarrollo de CCR, ya que estos

generan daño a nivel de ADN, provocando cambios proinflamatorios, fragmentaciones en la capa mucosa del colon y, posterior a esto, carcinogénesis ⁴¹. Los alimentos altos en grasas y frituras, embutidos y comidas procesadas producen los cambios no positivos para la microbiota de las personas; por el contrario, existen alimentos como el repollo y brócoli que lo que hacen es proteger la microbiota, pues no contienen azufre ni componentes que causen algún tipo de daño ⁴¹.

2.16 Historia de la IA

La Inteligencia Artificial (IA) y sus impresionantes avances científicos y tecnológicos han logrado marcar de una manera positiva la actualidad con su utilización. Los humanos han estado en la búsqueda de cómo lograr comprender de su propia inteligencia, si bien se sabe, de la IA sus avances vienen desde tiempos pasados, su historia se ha logrado entender de modo adecuado en menos de medio siglo de la actualidad. Se observará cómo al pasar de las décadas ha ido avanzando esta herramienta hasta la actualidad ⁴².

2.16.1 Los cimientos de la IA de la década de 1940-1950

En el año 1940 se dio el inicio de algo que más adelante se iba a reconocer como la IA; fue Isaac Asimov quien introdujo las tres leyes de la robótica, las anotó en la literatura de ciencia ficción, mientras que Warren McCulloch y Walter Pitts hicieron presente lo que fue el primer modelo matemático de una red neuronal y, por último, Donald Hebb propuso la teoría del aprendizaje de las neuronas, desarrollando las bases para modelos sobre la IA ⁴².

Tabla 3. Avances en la década de 1940-1950

<p>Isaac Asimov (1942)</p>	<p>Fue quien desarrolló y posterior a esto hizo la publicación de las tres leyes de la robótica, la cual fue una idea que encontró en los medios de ciencia ficción, donde anotó cómo la IA no debería dañar a los humanos ⁴².</p>
<p>Warren McCulloch y Walter Pitts (1943)</p>	<p>Ambos realizaron el primer modelo matemático sobre la red neuronal y publicaron un artículo llamado: “Un cálculo lógico de ideas inmanentes en la actividad nerviosa” ⁴².</p>
<p>Donald Hebb (1949)</p>	<p>Hebb hizo la publicación de su libro llamado: “La organización del comportamiento: una teoría neuropsicológica”. Este propone que las vías neuronales son creadas a partir de las experiencias y que entre las conexiones de las neuronas se vuelven mucho más fuertes mientras se usan con más frecuencia ⁴².</p>

Fuente: Elaboración propia.

2.16.2 Los primeros pasos de la década de 1950-1960

Esta década fue testigo de que hubo significativos avances con la Inteligencia Artificial (IA). Se tuvo a Alan Turing, quien dio la propuesta de la prueba Turing, un método para evaluar la IA de una máquina o computador. También se propusieron los primeros sistemas exitosos como lo fueron: DENDRAL y MYCIN en la ciudad de Stanford. Se continuó con el término de “Inteligencia Artificial” en una conferencia en 1956, donde se dio lugar a un seguimiento formal de la IA ⁴².

Tabla 4. Avances en la década 1950-1960

<p>Claude Shannon (1950)</p>	<p>Hizo la publicación de un artículo, al cual lo nombró “Programación de una computadora para jugar al ajedrez” ⁴².</p>
<p>Arthur Samuel (1952)</p>	<p>Él hizo el diseño de un programa de autoaprendizaje para jugar a las damas ⁴².</p>

Año 1954	Se realizó un experimento de traducción automática de Georgetown-IBM, el cual lo que hacía era traducir automáticamente 60 palabras rusas automáticamente seleccionadas ⁴² .
Año 1956	El término “inteligencia artificial” se continúa en el Proyecto de investigación de verano, sobre la IA de Dartmouth, el cual fue dirigido por John McCarty. La conferencia donde se realizó el proyecto fue considerada como el lugar del nacimiento de la IA ⁴² . Allen Newell y Albert Simon demuestran el primer programa de razonamiento, llamado: Logic Theorist (LT).
John McCarty (1958)	John McCarty fue quien desarrolló el primer lenguaje de programación de IA Lisp, e hizo una publicación llamada “Programas con sentido común”. Es un sistema de IA completo, con la capacidad de poder aprender de la experiencia con la misma eficacia que un humano ⁴² .
Año 1959	Allen Newell, Albert Simon y JC Shaw lograron desarrollar el General Problem Solver, conocido como el GPS, un programa diseñado para poder imitar la resolución de los problemas humanos ⁴² . Herbert Gelernter logró desarrollar el programa: “Prover Teorema de Geometría”. John McCarty y Marvin Minsky lograron fundar el Proyecto de Inteligencia Artificial en MIT.

Fuente: Elaboración propia.

2.16.3 El despegue de la IA en la década de 1960-1970

Durante esta década, el test de Turing, creado por Alan Turing, proporcionó una medida para lograr evaluar a la inteligencia artificial, cuando la IA fue formalizada como un campo de estudio en la conferencia de Dartmouth, la cual realizaron en el año 1956, donde se catalizaron avances significativos en la IA. En

estos años se logró presenciar lo que fue el cambio de la AI, evaluando la teoría y viendo la práctica, o sea, llevando los conceptos teóricos a prácticos, estableciendo las bases para los posibles desarrollos a futuro ⁴².

Tabla 5. Avances de la década de 1960-1970

John McCarty (1963)	Da el inicio de un laboratorio en Stanford de Inteligencia Artificial ⁴² .
Año 1966	El Comité Asesor sobre Procesamiento Automático del Idioma (ALPAC), del Gobierno de los EE. UU., menciona la falta de progreso en la investigación de la traducción automática; el informe que dio la ALPAC conduce a lo que fue la cancelación de todos los proyectos MT que fueron financiados por el Gobierno ⁴² .
Año 1969	Se logran crear en Stanford los primeros sistemas expertos de manera exitosa, lo cuales fueron: DENDRAL y MYCIN ⁴² .

Fuente: Elaboración propia.

2.16.4 Avances y desafíos en la década 1970-1980

La década de 1970 trajo el desarrollo del lenguaje de programación lógica PROLOG, y en la década de 1980 fueron los sistemas de expertos comerciales como el R1. Sin dejar de lado que la inteligencia tuvo un gran desafío con la ALPAC, que cuestionó la traducción automática de la IA, lo que fue como el “primer periodo de invierno de la IA”, y fue en esta década donde se marcó un periodo de pausa ⁴².

Tabla 6. Avances de la década 1970-1980

Año 1972	Se logra crear el lenguaje de programación lógica PROLONG ⁴² .
Año 1973	Fue publicado el informe llamado Informe Lighthill, el cual detalla las decepciones que se tuvieron en la investigación de la IA. Este informe fue publicado por

	el Gobierno británico y tuvo impactos graves en el financiamiento de proyectos de IA ⁴² .
Del año 1974-1980	La frustración que sufrió el progreso del desarrollo de la IA, condujo a importantes recortes en las becas académicas. Adjuntado el informe que dieron ALPAC y Lighthill, el financiamiento de la IA se agotó y las investigaciones se estancaron; a esto se hace referencia al primer periodo de invierno de la IA ⁴² .

Fuente: Elaboración propia.

2.16.5 La madurez de la Inteligencia Artificial en la década 1980-1990

Ya cuando se llega a esta década, la inteligencia artificial mostró avances con un crecimiento exponencial, ya que surgió la tecnología como aprendizaje automático y lo que fueron los sistemas expertos. Ya se llegaron a notar éxitos notables, como lo fue en el sistema de salud o sistema médico, el lenguaje natural y la visión por computadoras. A medida en que esta herramienta de IA maduraba o crecía, se crearon estándares y aplicaciones comerciales ⁴².

Tabla 7. Avances de la década 1980-1990

Año 1980	Digital Equipment Corporation (XCON), R1 desarrolló el primer sistema comercial experto, el cual fue diseñado para poder configurar pedidos de nuevos sistemas informáticos ⁴² .
Año 1982	Lo que fue el Ministerio de Industria y Comercio Internacional de Japón, hizo el lanzamiento del proyecto de sistemas informáticos de quinta generación. El objetivo era poder desarrollar un rendimiento que fuera lo más parecido a una supercomputadora para el desarrollo de la IA ⁴² .
Año 1983	Con respecto a lo que brindó una institución de Japón, el Gobierno de EE. UU. dio una iniciativa que fue sobre la

	Computación Estratégica, para proporcionar investigación de financiamiento por medio de DARPA en lo que es computación e IA avanzada ⁴² .
Año 1985	Diferentes empresas gastaron más de mil millones de dólares al año en sistemas expertos y una industria que fue reconocida como las máquinas Lisp Surge. Hubo empresas que construyeron computadoras especializadas para poder ejecutar el lenguaje de programación de la IA ⁴² .
Del año 1987 a 1993	Como se supo que, a medida que la tecnología informática había ido mejorando, llegaron opciones mucho más baratas. Y, debido a esto, máquinas Lisp llegó a un colapso en 1987, donde se vio marcado el segundo invierno o pausa que tuvo la IA, ya que resultó muy costoso el mantener estos sistemas ⁴² .

Fuente: Elaboración propia.

2.16.6 Renacimiento y avances notables en la década 1990-2000

En la década de los años noventa, la inteligencia artificial logró experimentar una gran cantidad de avances tecnológicos que fueron notables, donde se crearon juegos que demostraron la capacidad que tenía la IA en juegos estratégicos. En el año 2000 se descartaron logros como los del vehículo automático, el lanzamiento de Apple Siri, el cual es un asistente virtual hecho por la IA ⁴².

Tabla 8. Avances de la década 1990-2000

Año 1991	Estados Unidos de América lo que hizo fue desplegar DART, una herramienta automatizada de planificación y programas de logística ⁴² .
Año 1992	En este año Japón le puso fin al proyecto llamado FGCS, mencionando el fracaso que se tuvo ⁴² .

Año 1993	La compañía DARPA dio fin a la iniciativa de Computación Estratégica en el año 1993, posterior a invertir más de un millón de dólares ⁴² .
Año 1997	Deep Blue de IBM vence el campeonato mundial en el ajedrez ⁴² .

Fuente: Elaboración propia.

2.16.7 La revolución digital de la IA de la década 2000-2010

En esta década, la IA logró tener una revolución digital con avances que fueron notables en lo que fue un aprendizaje profundo y lograr el reconocimiento de patrones, como lo fueron las redes neuronales profundas que impulsaron el procesamiento de grandes cantidades de datos. Logró aumentar la potencia informática, creando un camino de aplicaciones prácticas en la traducción automática y conducción automática, logrando marcar un gran hito entre la IA y el mundo real ⁴².

Tabla 9. Avances de la década 2000-2010

Año 2005	Salió un coche automático llamado STANLYN y ganó el gran desafío de la compañía DARPA. En el año 2005, el Ejército de EE. UU. empezó a invertir para la creación de robots autónomos como lo fue “BigDog”, el cual fue de Boston Dynamics ⁴² .
Año 2008	En este año, la plataforma de Google logró un gran avance que fue el reconocimiento de voz y, a su vez, introdujo al mercado su aplicación para iPhone ⁴² .

Fuente: Elaboración propia.

2.16.8 Década de la expansión de la inteligencia artificial del 2010-2020

En esta década, la inteligencia artificial logró expandirse, obteniendo el procesamiento de lenguaje natural y tener una visión por medio de un computador, en lo que fueron las redes neuronales profundas y el aprendizaje automático, y logró reforzar aplicaciones prácticas en la vida cotidiana de las personas, como los

asistentes virtuales. La IA creció en muchas áreas como en el área de salud y el comercio, demostrando su versatilidad, y dio un gran impacto al poder transformar ⁴².

En esta década sucedieron múltiples avances, como, por ejemplo, en el año 2014 la plataforma de Google logró fabricar el primer automóvil autónomo, el cual pasó el examen de manejo. En este mismo año Amazon lanzó a Alexa, una asistente virtual para el hogar. En el año 2016 se creó el primer “ciudadano robot”, un robot humanoide cuyo nombre es Sophia, creado por Hanson Robotics, quien tiene la capacidad de reconocimiento facial, se expresa verbalmente y también puede dar expresiones faciales, entre otros avances que se pudieron obtener en estos años ⁴².

2.16.9 La era de la inteligencia artificial sostenible del 2020 hasta el año presente

Ya en esta década la IA ha tenido avances impresionantes, donde ha avanzado en la sostenibilidad enfocándose en la ética, la transparencia y la equidad, en la investigación se ha fortalecido en lo que son sistemas de aprendizaje, protegiendo los datos. En las tecnologías, como lo ha sido 5G, se han notado avances notables en el uso de internet y la toma de decisiones en tiempo real; como se sabe, la IA sigue transformándose conforme los años avanzan en el campo industrial, social y ambiental ⁴².

Son amplios los avances que se ha tenido la IA en los últimos años, como lo fue en el año 2020, cuando Baidu logró lanzar un algoritmo llamado LinearFold AI a los equipos médicos y científicos, los cuales se encontraban trabajando para lograr desarrollar una vacuna durante las primeras etapas de la pandemia de COVID-19; este algoritmo fue capaz de poder predecir lo que eran las secuencias del ADN, en este caso del virus en tan solo 27 segundos, donde este método fue 120 veces más rápido en comparación con otros ⁴².

En el año 2022, OpenAI logró lanzar ChatGTP, un chatbot impulsado por un gran modelo de lenguaje, el cual logró obtener más de 100 millones de usuarios en

menos de tan solo unos meses, y en el año 2023 ya OpenAI lanzó GTP-4, un modelo más avanzado hasta el momento ⁴².

Como se nota, la inteligencia artificial viene surgiendo desde los años cincuenta, donde no todo fue positivo para esta herramienta, pues existieron periodos de pausa para la IA. Sin embargo, logró crecer de una manera impresionante en los múltiples campos que se tienen, como lo es en la medicina, en la industria, en la economía y en las múltiples áreas que hay. No obstante, los avances que la IA ha logrado tener en la medicina han sido de gran ayuda para este campo, ya que los profesionales de la salud la utilizan de una manera positiva ⁴².

2.17 Qué es la Inteligencia Artificial (IA)

Con respecto a la definición de qué es la IA no se tiene una en específico, pero lo que sí es cierto y se sabe es que la IA es una rama de las ciencias computacionales, encargada del diseño y construcción de los sistemas que sean capaces de realizar tareas lo más realistas a las de un ser humano real. Estas máquinas se utilizan para que sean capaces de poder imitar funciones cognitivas que son meramente propias de una mente humana, como lo son: la creatividad de una persona, la sensibilidad, el aprendizaje de la mente humana real, las percepciones reales del medio ambiente y hasta el uso de la lengua, para así poder mantener una conversación con un ser humano ⁴³.

Si bien se sabe, la inteligencia artificial ha logrado crecer de manera impresionante, ya que la utilización de esta herramienta en la actualidad en diferentes campos ha sido impresionante y sus múltiples aplicaciones en la vida de los profesionales, como lo ha sido el reconocimiento de imágenes y videos, objetos, personas, hasta lo que ha sido el hablar y reconocer la traducción automática de diferentes textos, ha sido un avance de suma importancia en la medicina ante lo que es poder diagnosticar, tratar y tomar decisiones en este ámbito laboral ⁴³.

Existe un subcampo en la rama de la IA que ha logrado ganar reconocimientos en los últimos años, que ha sido el aprendizaje computacional o el machine learning; esto hace referencia a que un sistema aprende a ejecutar diferentes tareas, ya sea brindándole ejemplos o mediante prueba y error. Se tienen

los modelos que son llamados redes neuronales, inspirados en una manera simplificada de lo que es el funcionamiento de las neuronas reales ⁴³.

Una propiedad que deben tener todos los sistemas inteligentes, de suma importancia, es la transparencia, o sea, cuánta facilidad tiene el poder interrogar sobre su propio funcionamiento. En estos casos se puede poner un ejemplo simple: un vehículo va por la carretera y este no reconoce a un peatón que va por la calle y sufre un percance; en este caso un modelo transparente puede ser interrogado para poder averiguar dónde estuvo el fallo ⁴³.

Otra propiedad, de suma importancia en los sistemas inteligentes, es la honestidad; en este caso es saber cuán confiable puede ser lo que esto predice o da como respuesta o resultado. En otros casos se puede poner un ejemplo en la parte médica: hay un sistema de inteligencia artificial para diagnosticar un cáncer, y este debe tomar la decisión de si el tejido que está analizando es benigno o maligno, y que este sistema también tenga la capacidad de indicar qué tanta probabilidad es cierta o no. Así se puede ver qué tanta probabilidad existe ante una malignidad sobre aquellas donde no hay malignidad ⁴³.

2.17.1 Aplicaciones de la IA y Big data

Se sabe que la inteligencia artificial abarca muchos campos en la actualidad, y esta ha logrado crecer con una sorprendente velocidad en los últimos años. Y se habla de que existen tres detonadores que ha tenido la IA, lo cuales son ⁴³:

1. Desarrollar algoritmos y circuitos electrónicos especializados.
2. El crecimiento de datos disponibles.
3. El aumento de recursos humanos y financieros destinados a su desarrollo.

2.17.2 Algunas aplicaciones de la IA

- Reconocimiento visual: estos sistemas inteligentes son capaces de poder reconocer y rastrear las personas y los objetos en imágenes o videos, capaces de poder identificar y comparar lo que se está visualizando ⁴³.
- Reconocimiento del lenguaje natural: son capaces de poder reconocer y reproducir de modo artificial y poder descifrar el significado del lenguaje que

está hablando la persona. También logran la traducción de textos de diferentes idiomas de manera automática, así como dar respuestas automáticas de lo que son preguntas, análisis y síntesis de diferentes documentos ⁴³.

- Estrategias y planeación: estos sistemas de inteligencia artificial tienen la capacidad de crear estrategias óptimas, para así poder resolver problemas que tienen una alta complejidad, al igual que a largo plazo ⁴³.
- Diagnóstico y apoyo en la toma de decisiones: son sistemas capaces de poder analizar problemas que son muy complejos y, así, poder ayudar a tomar decisiones, como lo es en el ámbito de la medicina en la detección de alguna enfermedad o la elección del tratamiento que sea más adecuado para el paciente. También utiliza el análisis de datos para poder agilizar lo que es el desarrollo de nuevos medicamentos ⁴³.
- Colaboración humano-computadora: se incorporarán los programas inteligentes, como las partes de equipos de trabajos humanos, por ejemplo, programas que puedan responder de manera más ágil y rápida ante algún tipo de desastre natural; también se han analizado sistemas que pueden visualizar vistas aéreas de las zonas afectadas, para así poder identificar qué zonas necesitan más apoyo ⁴³.

2.18 Inteligencia Artificial (IA) en la medicina

En la actualidad, lo que es la medicina en relación con la inteligencia artificial ha tenido múltiples avances en este campo, donde brinda alternativas de solución y alternativas prácticas; donde hay algoritmos de IA que pueden almacenar, analizar y transformar la información para poder resolver problemas. Como se ha venido estudiando, la aparición de la IA fue en los años cincuenta; sin embargo, sucedieron varios problemas que impidieron la aceptación y que se diera la aplicación en la medicina, donde a principios de la década de los años 2000, cuando se llegó un aprendizaje más profundo de la IA, fue superando los deslices que hubo en los años pasados ⁴⁴.

En los años 2000 se llega a una nueva etapa en la era de la medicina, donde llega el momento de que la IA puede ser aplicada en la práctica clínica, poniendo en práctica modelos de evaluación de riesgos, mejorar una impresión diagnóstica y tener una mejor eficacia en el flujo de los profesionales de la salud. Pero se debe tomar en consideración que no todas las especialidades médicas ni las enfermedades lograron desarrollar un algoritmo de inteligencia artificial, sino se debe ver la necesidad de validar que estas herramientas de utilización con IA se pongan en práctica en la clínica ⁴⁴.

Hay aplicaciones en diferentes especialidades como: cardiología, neumología, endocrinología, nefrología, neurología, oncología médica, radiología, pero con respecto a este caso de la gastroenterología, está la importancia por medio de los gastroenterólogos a la hora de poder tener la oportunidad de utilizar redes neuronales, entre otros modelos de aprendizaje profundo, para poder procesar las imágenes endoscópicas, ultrasonidos, por medio de la utilización de la IA, para así poder detectar estructuras anormales como la presencia de pólipos colónicos ⁴⁴.

Entonces, se debe tener en cuenta que, al utilizar la inteligencia artificial e incluirla en el ámbito de la medicina, se debe capacitar a esta herramienta e incorporarla en la práctica clínica del día a día, ya que la inteligencia artificial y el avance que ha tenido ante los diagnósticos de enfermedades, tratamiento a los pacientes, cuantas más funciones que tiene la IA en el área de la medicina, no se debe dejar de lado la gran ayuda que esta herramienta les brinda a los profesionales de la salud ⁴⁴.

2.18.1 Usos de la IA en la medicina

En cuanto al uso de la inteligencia artificial en el sector salud, ha tenido un impacto muy importante debido a sus numerosas funciones, donde en el área de la salud la IA se ha logrado extender desde un área asistencial hasta la educación sanitaria ⁴⁵.

- **Prevención de enfermedades:** en la actualidad, la IA ha logrado demostrar lo eficaz que esta puede llegar a ser ante la detección y prevención de las enfermedades, donde mejora de una manera notable y considera la calidad

de vida de los pacientes. La IA destaca la creación de diferentes sistemas informáticos que son capaces de poder diagnosticar, con una alta precisión, determinados tipos de cáncer del cuerpo humano. Se han creado programas dirigidos a diferentes apartamientos de especialidades médicas, como en el ámbito de la cardiología a la hora de hacer detección de cardiopatías que, para el ojo del profesional de salud, se encuentran ocultas ⁴⁵.

- Ayuda en la toma de decisiones médicas: cuando se deben tomar ciertas decisiones médicas, los profesionales del sector salud deben seguir un proceso de los siguientes parámetros: tener la disponibilidad de una evidencia efectiva y confiables, investigar, interpretar con los hechos que hay y clasificar entre riesgo y beneficios. Pero la realidad es otra, pues en determinadas ocasiones este protocolo no funciona, ya sea porque la evidencia no se encuentra disponible, el tiempo para tomar decisiones es muy limitado, o porque las decisiones que se toman sobre el paciente no pueden ser siempre objetivas ⁴⁵. En estos casos, la gran capacidad que tiene la inteligencia artificial de recolección de datos, análisis y procesamiento es una solución a este tipo de problemas, ya que los nuevos softwares de gestión y apoyo están ayudando a los profesionales de la salud a poder tomar mejores soluciones, disminuir los tiempos de espera, con el objetivo de minimizar los riesgos que se puedan tener ⁴⁵.
- Diagnóstico y tratamiento de enfermedades: aplicar la inteligencia artificial para poder hacer un diagnóstico de una enfermedad ha mejorado enormemente y, por otro lado, ha sido igual la eficacia de los tratamientos. Se ha creado una gran cantidad de programas informáticos que conllevan inteligencia artificial, dirigidos a la detección de enfermedades infecciosas, renales y reumatológicas ⁴⁵. La IA también ha logrado tener avances impresionantes en el procesamiento e interpretación de imágenes, mejorando las tasas de diagnóstico por este medio, ya que tiene la capacidad de reconocer patrones complejos, ofreciendo una mayor precisión en la hora del diagnóstico, incluso con modelos tridimensionales ⁴³. Con respecto al tratamiento, la utilización de la IA se ha utilizado para poder predecir los

posibles efectos adversos que estos medicamentos puedan tener o, a su vez, para poder determinar el grado de adhesión al tratamiento que se puede tener por parte de los pacientes, donde hay asistentes robóticos que contienen IA, quienes ayudan al seguimiento, al soporte y a monitorear ⁴⁵.

- Formación para profesionales sanitarios: la IA, en el ámbito de sector salud, está mejorando los métodos de aprendizaje para los futuros médicos, sobre todo en aquellos casos donde la información es más compleja o esta necesita otro tipo de entrenamiento. Donde, con esta herramienta, se pueden crear distintos escenarios que ofrecen muchas ventajas desde el punto de vista formativo, como son: simulacros de intervenciones reales, entrenamiento a la hora de diagnosticar y comunicarse con un paciente y la creación de “supuestos médicos” con base en la realidad ⁴⁵.
- Investigación: con respecto a las investigaciones que se hacen en la medicina, esta herramienta ha beneficiado de manera exitosa a los médicos y científicos, ya que su utilización ayuda a utilizarla en tiempo empleado, reducción de costos y, a su vez, mejorar los resultados que se obtienen. En el ámbito de la salud, este tipo de investigaciones da nuevas visiones para el mejoramiento del estudio de enfermedades, sistemas diagnósticos y tratamientos ⁴⁵.

2.18.2 Beneficios de la IA en la medicina

Gracias a los avances que ha tenido la inteligencia artificial en el sector salud, ha aportado muchos beneficios en la medicina. Como se sabe, la tecnología transversal ha brindado amplias ventajas en el sistema sanitario, ayudando a los profesionales de la salud a poder diagnosticar enfermedades de manera más rápida y eficaz, utilizando esta herramienta y dando un tratamiento adecuado para enfermedades de los pacientes ⁴⁵.

- Ha mejorado la capacidad para poder diagnosticar enfermedades y, a su vez, poder brindar un tratamiento eficaz para la patología ⁴⁵.
- Ayuda a los profesionales de salud ante la toma de decisiones.
- Ayuda a la formación de futuros profesionales de la salud ⁴⁵.

- Reduce lo que son los tiempos de investigación.
- Brinda mejores vías de estudio.
- Ha mejorado en la detección y prevención de manera más temprana en enfermedades ⁴⁵.
- Aumenta la calidad de atención médica y, a raíz de esto, la calidad de vida de los pacientes ⁴⁵.

2.19 Transformación de la Colonoscopia utilizando IA

Como bien se sabe, el cáncer colorrectal está teniendo de manera alarmante su aparición a nivel mundial, y su detección es muy tardía. En la actualidad, se busca poder reducir la incidencia del cáncer colorrectal, intentando hacer una detección más temprana de este cáncer en la población mundial y, para lograr esto, extirpar los pólipos adenomatosos por medio del procedimiento de la colonoscopia. Se observa una tasa de un 27% de adenomas que no se logran detectar durante las endoscopias, lo cual puede deberse a errores cognitivos o técnicos ⁴⁶.

En la actualidad, se ha logrado investigar cómo sería el uso de la IA para ver si es posible mejorar la detección de pólipos colorrectales por medio de las colonoscopias, con el objetivo de que se pueda minimizar el error humano. Pero a pesar de esto, existen inconsistencias del uso de esta herramienta para la detección de adenomas por medio de la IA, y hay preocupaciones de que esta haga sobrediagnósticos en los pacientes, donde se tienen las ventajas de causar un estrés en los pacientes y gastos innecesarios ⁴⁶.

Existe un nuevo estudio que realizaron investigadores de la Universidad Médica de Harbin en China, quienes llevaron a cabo una revisión exhaustiva haciendo exámenes controlados de manera aleatoria, para poder evaluar los pros y contras de los sistemas que utilizan IA para una detección de adenomas y, así, compararlos con los métodos tradicionales de la colonoscopia que se utilizan, y poder comparar cuán efectiva es la utilización de la IA ⁴⁶.

En esta investigación que se realizó, lo que se quería lograr era poder profundizar la detección de neoplasias colorrectales que son asistidas por IA, donde

se arrojan resultados de que los métodos utilizados con IA aumentaron significativamente la detección de neoplasias colorrectales y, a su vez, redujeron las tasas de detección de adenomas y pólipos no detectables, donde se logró notar la efectividad que se tuvo al utilizar la IA para poder detectar neoplasias de colon, en comparación con los estudios convencionales de la colonoscopia ⁴⁶.

Con respecto a la investigación, se notó que la tasa de pólipos que eran pasados por alto, al utilizar métodos donde se incluía la IA, se redujo en un 52%, y la tasa para la detección de pólipos fue de un 28%; estos fueron resultados mucho mayores en comparación con los procedimientos tradicionales. La tasa de detección de adenomas con IA mejoró en un 24%, y la tasa de adenomas que eran pasados por alto disminuyó en un 50%, pues se utilizó el método de IA ⁴⁶.

Se obtuvo, como resultado de esta investigación, que la colonoscopia utilizada con IA sí puede mejorar de manera significativa las tasas de detección de adenomas y de neoplasia colorrectal. El equipo de investigación cree que es necesario poder realizar estudios a largo plazo, para poder validar una eficacia a largo plazo de la utilización de estos métodos de colonoscopia con IA, para poder reducir en la población la tasa de morbilidad y mortalidad ante la detección de cáncer colorrectal. Como se observó, incorporar la IA en este tipo de procedimientos es efectivo para una detección más eficaz, y sin pasar por alto pólipos que los médicos no pueden ver ⁴⁶.

2.20 Inteligencia artificial en la salud pública

Al utilizar la inteligencia artificial en la salud pública, esta debe guiarse por consideraciones técnicas y éticas, con el fin de poder disminuir lo que es un riesgo ético en la salud pública e intervenciones políticas, donde se desarrollan ocho principios en la salud pública, los cuales son ⁴⁷:

1. Centrarse en las personas: las acciones que se toman, al igual que las soluciones, deben ir dirigidas únicamente a las personas y no utilizar esto como un fin en sí mismo. Algo muy claro que se debe tener con el uso de esta herramienta es que la IA debe respetar los derechos que tienen todas las personas ⁴⁷.

2. Fundamentar la ética: para debatir, desarrollar y aplicar, estos deben siempre ir basados en los recursos éticos que son encontrados en la escala de la dignidad de la humanidad, respetando siempre los cuatro principios éticos fundamentales: beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia ⁴⁷.
3. Transparencia: se deben utilizar enfoques que sean transparentes, los cuales deben tener relación con los algoritmos de la inteligencia artificial ⁴⁷.
4. Protección de datos: las herramientas utilizadas de la inteligencia artificial siempre deben mantener la información y los datos de las personas bajo seguridad, confidencialidad y privacidad ⁴⁷.
5. Integridad científica: todo lo que se haga, que tenga relación con la inteligencia artificial, debe incluir las prácticas científicas que sean óptimas para todo lo de IA que se vaya a desarrollar ⁴⁷.
6. Abierto y compartible: debe ser lo más abierto y compartible con base en las herramientas que se utilicen para el desarrollo de la IA ⁴⁷.
7. No discriminatorio: ser justos, igualitarios, incluir impacto y diseño; esto debe ser la base de una buena iniciativa en la salud pública respecto a la utilización de la inteligencia artificial ⁴⁷.
8. Control de tecnología por humanos: como bien se sabe, hay máquinas que pueden tomar decisiones por las personas, pero en este caso es importante que, ante las decisiones que se tomen, se haga una revisión por parte de un ser humano, para así corroborar la información ⁴⁷.

Se debe tomar en cuenta que, al tomar una decisión utilizando la Inteligencia Artificial (IA) en lo que es la salud pública, siempre deben ser prioritarias las personas, no poniéndolas en riesgo, sino al contrario, brindándoles seguridad y una excelente calidad de atención, siempre y cuando todo el procedimiento de atención en salud debe ser respaldado por pruebas, como en estos casos utilizar herramientas que contengan IA, para poder almacenar la información que se les está tomando a los pacientes ⁴⁷.

2.21 Avance de Endoscopia ASUS EndoAim con IA en medicina

En julio del año 2023, en la ciudad de Taiwán, el equipo de ASUS, junto con Intel, crearon un sistema de endoscopia llamado: ASUS EndoAim con Inteligencia

Artificial; este sistema tuvo el objetivo de lograr la detección de adenomas colorrectales en un tiempo récord de milisegundos, donde no solo este sistema puede evidenciar a los médicos un adenoma, sino ayuda a detectar múltiples adenomas, demarcando los lugares donde estos se encuentran con la posibilidad de lograr clasificarlos ⁴⁸.

En cuanto al diagnóstico ante los cánceres que se desarrollan en diferentes partes del colon, no tienden a ser tan complicados ante su diagnóstico, por el hecho de que la mayoría de las personas se someten a hacerse el examen de colonoscopia después de los 60 años. Sin embargo, quienes se realizan estos exámenes para poder detectar con precisión algún tipo de anomalía a lo largo del intestino grueso, estos deben ser médicos con alta experiencia, ya que deben estar sumamente entrenados para poder identificar qué es lo que ellos observan y ante cuál tipo de lesiones se encuentran ⁴⁸.

No obstante, no siempre se logran identificar todos los adenomas o pólipos que el paciente pueda presentar, pasando por alto muchas de estas anomalías. Se sabe que puede llegarse a cometer errores ante la detección de tasas de adenomas a lo largo del colon, pues muchas veces los profesionales de la salud hacen los procedimientos con prisa, o simplemente por fatiga hacen el estudio de manera rápida; aquí es donde existen los errores a la hora de detectar un pólipo, ya que estas anomalías el médico las pasa por alto, sin darse cuenta de que existían ⁴⁸.

El riesgo de error que estos procedimientos han logrado tener es sumamente preocupante; por más pequeño que sea el porcentaje, no deja de serlo. Sin embargo, gracias al sistema que fue creado entre ASUS e Intel, el cual es por la utilización de la IA potenciada en este nuevo sistema, hace que la detección de adenomas se logre detectar en milisegundos, intentando que logren ser detectados mucho antes de que el ojo del profesional de la salud logre poder identificarlos ⁴⁸.

El sistema ASUS EndoAim con IA, creado entre dos empresas grandes, ASUS e Intel, fue lanzado en noviembre del 2023, es una herramienta que tiene el tamaño de la palma de la mano. Esta herramienta es colocada en el colonoscopio, donde su función es transmitir datos de video desde la cámara que porta el

colonoscopio proyectando las imágenes a una mini PC, creada por ASUS, la cual utiliza procesador de Intel Core de onceava generación, o llamada Tiger Lake, donde esta herramienta tiene la capacidad de mostrar resultados con una gran fluidez de 60 fotogramas por segundo, donde las herramientas en la actualidad solo los pueden mostrar en la mitad de esa velocidad ⁴⁸.

Este sistema lo que logra es poder identificar y marcar los pólipos que le parecen sospechosos, más otro tipo de anomalías que logre observar, los proyecta en una pantalla encerrándolos en un recuadro verde y esta los logra clasificar de manera inmediata, con el fin de lograr evitar que el médico deba adivinar el tipo de pólipo. Otra de las funciones de este sistema es que no solamente logra seleccionar un pólipo a la vez, pues, según la empresa ASUS, en los ensayos clínicos EndoAim logró identificar hasta 50 pólipos a la vez en tiempo real ⁴⁸.

La utilidad de este sistema ya se encuentra en Taiwán, donde, a finales del año 2023, un médico de Taiwán utilizó EndoAim en una colonoscopia de rutina y menciono que logró detectar ocho pólipos de manera simultánea con ayuda de este nuevo sistema. Y, a finales de ese año 2023, otro médico utilizó también el sistema EndoAim, quien mencionó que gracias a la ayuda del sistema logró detectar un pólipo de 0.3 cm que se encontraba oculto en el colon del paciente ⁴⁸.

Hoy en día, el sistema EndoAim se encuentra disponible en cinco centros de salud de Taiwán. Gran cantidad de ingenieros de la empresa de Intel lograron ayudar a ASUS a poder afirmar sus soluciones, con la utilización de la inteligencia artificial para, así mismo, a través de esta, poder detectar los pólipos más pequeños, porque utilizaron una gama amplia de software, ya que tiene la capacidad de poder escribir códigos sin dificultad y de manera rápida para acelerar el desarrollo del sistema ⁴⁸.

El principal objetivo que se quiere demostrar con este sistema, es dar a conocer la eficacia que tiene EndoAim hoy en día (sic) en los centros médicos de Taiwán y así poder dar a conocer como (sic) la Inteligencia Artificial puede realmente ayudar a los médicos hoy en día. Así como se utiliza la IA para otros campos, se puede utilizar en la medicina, ya que esta herramienta no

busca remplazar a los médicos, sino que esta lo que logra es servir como un respaldo que sea confiable, permitiendo inspecciones de alta calidad, esto mencionado por Yang ⁴⁸.

Yang menciona, también, que EndoAim se logra diferenciar de otras soluciones potenciales que tiene la IA, pues este sistema ofrece la detección de pólipos en un tiempo real, logrando tener hasta un 95% de sensibilidad y una capacidad para la clasificación de pólipos de un 95%. EndoAim no va a requerir de un hardware que se debe colocar de manera adicional, sino lo que se requiere con este sistema es conectar la mini PC a la cámara que tiene el endoscopio. Así, ayuda a los médicos a lograr aumentar las tasas de detección de pólipos durante los procedimientos, logrando facilitar evaluaciones precisas que eviten a los médicos el hacer toma de biopsias innecesarias a los pacientes ⁴⁸.

2.22 Pólipos colorrectales

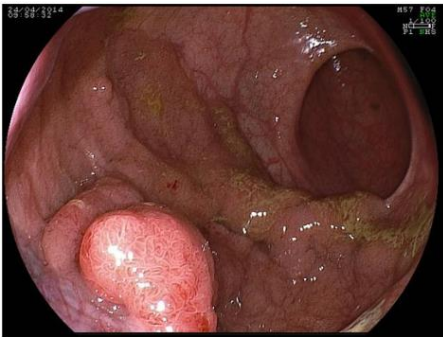
Los pólipos colorrectales son un tipo de tumor que sobresale de la pared del colon hacia la luz del intestino. Existen diferentes tipos de pólipos y estos se clasifican también según su crecimiento con la Clasificación de París, ya que puede ser: pediculados, sésiles o lesiones planas. Y la importancia de este tipo de pólipos es que tienen gran relación con el desarrollo del cáncer colorrectal, teniendo como resultado que casi el 95% del cáncer colorrectal se desarrolla a partir de un pólipo adenomatoso, el desarrollo de carcinoma va a depender del tamaño del pólipo, la edad del paciente y la porción de la vellosidad que presente el pólipo ⁴⁹.

2.22.1 Adenomas colorrectales

Los pólipos adenomatosos, o también conocidos como adenomas, son más frecuentes a nivel del colon en un porcentaje de un 70%, las cuales son proliferaciones displásicas del colon; estos suelen tener un crecimiento polipoide pediculado o sésil y son bien delimitados en la mucosa. Sin embargo, hace más de 20 años autores japoneses los describieron como adenomas planos (AP), siendo lesiones no exofíticas, planas o deprimidas, donde su altura es menor a la mitad del diámetro y, cuando son de más de 10mm, se les conoce como LST (Lateral Spreading Tumor) y suelen predominar a nivel de colon ascendente ⁴⁹.

Con respecto a lo que son los adenomas planos, presentan características importantes, ya que son de difícil diagnóstico en las endoscopias convencionales y estas pueden requerir de magnificación y tinción. Estos tipos de adenomas presentan con frecuencia cambios histológicos avanzados, y la gran desventaja es que estos pueden convertirse rápidamente en carcinomas invasores, los cuales también presentan bordes de difícil delimitación ⁴⁹.

Figura 8. Pólipo plano de extensión lateral (LST) de recto bajo que comprende media circunferencia de aspecto adenomatoso



Fuente: Clínicas quirúrgicas, Facultad de Medicina, Universidad de la República ⁴⁹.

Figura 9. Pólipo plano elevado de colon sigmoides de aspecto adenomatoso, el cual se clasifica como 2a en la Clasificación de París



Fuente: Clínicas quirúrgicas, Facultad de Medicina, Universidad de la República ⁴⁹.

Se debe tomar en cuenta la proporción del componente vellosos que presenten los pólipos. Según la clasificación de la OMS, se tiene que:

- Pólipos tubulares tienen <25% de componente vellosos ⁴⁹.
- Pólipos tubo – vellosos contienen entre el 25-75% de componente vellosos ⁴⁹.
- Pólipos vellosos contienen entre el 75-100% de componente vellosos.

Con respecto a los adenomas vellosos, son los menos frecuentes, pero tienen una relevancia clínica significativa, ya que son los que comúnmente tienen áreas de transformación a cáncer; estos predominan a nivel de recto y de colon sigmoideos, suelen ser de tipo sésil y llegar a extenderse varios centímetros ⁴⁹.

En cuanto a los adenomas avanzados (AA), los cuales se clasifican como pólipos mayores o iguales a 1cm, o que contienen componente vellosos, o que sean con displasia de alto grado, si estos pólipos llegan a sobrepasar la muscularis mucosae y llegan a invadir la submucosa, es una indicación de que son carcinomatosos y son pólipos malignos o invasores y pueden llegar a ser metastásicos ⁴⁹.

2.22.2 Displasia

Cuando se habla de displasia, es un término que hace referencia cuando ocurren alteraciones a nivel morfológico y en el funcionamiento celular, ya que existe modificación irreversible del ADN. Como se sabe, los adenomas son focos de displasia, los cuales son bien delimitados y forman parte del proceso neoplásico que ocurre a nivel del epitelio digestivo; si bien son neoplasias que no son invasivas, estas pueden llegar a convertirse en neoplasias invasivas. Hay una clasificación dependiendo el tipo de neoplasias, donde están las de un bajo grado y las de un alto grado de displasias ⁴⁹.

1. **Displasias de bajo grado:** tienen pseudoestratificación de lo que es el epitelio ganglionar, presentan núcleos elongados, hipercromáticos, se encuentran localizados a nivel basal, presentan poca actividad mitótica. En este tipo de displasias, las glándulas conservan su forma y las alteraciones pueden llegar a dar afectación de la porción superficial o de la longitud glandular ⁴⁹.

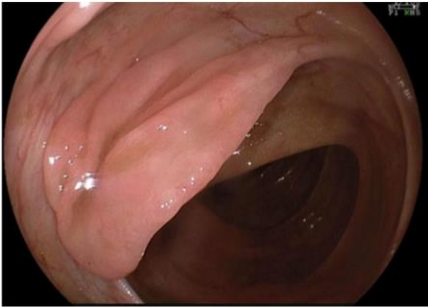
2. **Displasias de alto grado:** en este caso, las células muestran un notable crecimiento de la relación de núcleo y citoplasma, donde se pueden observar núcleos grandes, vesiculares y nucléolos prominentes, y existe pérdida de la polaridad nuclear; en este caso se eleva la actividad mitótica y la mitosis atípica. Este tipo de lesión suele afectar todo el grosor de la mucosa y existe destrucción glandular ⁴⁹.

2.22.3 Pólipos serrados

Con respecto a los pólipos serrados, estos abarcan un grupo de lesiones heterogéneas, las cuales son: pólipos hiperplásicos “clásicos”, Pólipos Serrados Sésiles (PSS) y Adenomas Serrados Tradicionales (AST). Estos diferentes grupos presentan una característica en común: su forma es como “un diente de sierra” del epitelio ⁴⁹.

1. **Pólipos hiperplásicos clásicos:** son los más comunes, con un porcentaje de un 10-30% de todos los pólipos a nivel de colon; estos son menores a 5mm la mayoría de las veces, suelen tener la ubicación anatómica en colon distal y recto y suelen ser inofensivos, ya que no presentan displasia ⁴⁹.
2. **Pólipos serrados sésiles:** se encuentran anatómicamente predominando su aparición a nivel de colon ascendente o colon derecho, tienen una coloración pálida, que los hace difíciles de poder visualizar por medio de la endoscopia, suelen ser grandes y presentar mucosidad a nivel de la superficie. Con respecto a estos pólipos, tienden a tener de un 15-20% a ser displásicos. Estos tipos de pólipos pueden ser precursores de adenocarcinomas ⁴⁹.
3. **Adenomas serrados tradicionales:** estos anatómicamente son localizados en colon descendente o colon izquierdo; generalmente son de tipo sésil, son el 1% de pólipos, los cuales son muy poco frecuentes. Sin embargo, este tipo sí tiene características de displasia y alta malignidad ⁴⁹.

Figura 10. Pólipo serrado que presenta pérdida del patrón vascular y mucus en la superficie



Fuente: Clínicas quirúrgicas, Facultad de Medicina, Universidad de la República ⁴⁹.

2.22.4 Pólipos inflamatorios

Este tipo de pólipos se desarrolla a consecuencia de un proceso regenerativo de donde existe un foco de inflamación, por lo que estos carecen de potencial de degeneración neoplásica. Estos pueden llegar a presentar un tamaño que pueda ser visible y es el tipo de pólipos que se presentan en la enfermedad inflamatoria intestinal y colitis amebiana ⁴⁹.

2.22.5 Pólipos hamartomatosos

Estos pólipos aparecen por un desencadenante de la proliferación de las células maduras a nivel de la mucosa, y se presentan principalmente por dos entidades clínicas: la poliposis juvenil y el síndrome de Peutz–Jeghers. En estas dos entidades es donde se hace presente, principalmente, este tipo de pólipos ⁴⁹.

2.22.6 Síndromes Poliposos

1. Poliposis Adenomatosa Familiar (PAF)

Este es el tipo de síndrome poliposo más común, donde se presenta una incidencia de 1/20.000 habitantes; este es un tipo de enfermedad hereditaria de característica genética autosómica dominante, en la cual su principal característica es la presencia de múltiples pólipos, aproximadamente más de 100 pólipos adenomatosos, los cuales se distribuyen a lo largo de todo el colon o intestino grueso. Este tipo de síndrome tiene una alta probabilidad de que llegue a malignizarse, lo cual es que, si no se realiza un tratamiento quirúrgico, casi que la

totalidad de los pacientes que presentan este síndrome llegan a desarrollar cáncer colorrectal antes de los 40 años y, a su vez, aumentan el riesgo de neoplasias extracólicas ⁴⁹.

Sí existe una mutación germinal en el gen, llamada Adenomatous Polyposis Coli (APC); este tipo de gen es el que hace que la mayoría de personas desarrollen PAF. En este tipo de síndrome, la clínica principal de los pacientes es rectorragia o hematoquecia, dolor a nivel de abdomen y diarrea. Con respecto al tratamiento de PAF, es sumamente quirúrgico y es recomendada a partir de los 20 años, se realiza la coloproctectomía total, donde se hace una reconstrucción del recto por medio de una bolsa ileal ⁴⁹.

2. Síndrome de Peutz–Jeghers

Este tipo de síndrome también es genéticamente autosómico dominante; este es causado por el gen STK11, y en este tipo de síndrome hay una incidencia de 1/50.000 y 1/20.000 nacidos vivos. Esta es la presencia de múltiples pólipos gastrointestinales de tipo hamartomatosos con pigmentación melánica de mucosa bucal, labios, manos, pies y la región perianal. Las lesiones son de diferentes tamaños y son difusas, pues se encuentran distribuidas a nivel de todo el tracto digestivo, de un 60-90% en intestino delgado y de un 50-64% a nivel de intestino grueso o colon ⁴⁹.

Este tipo de síndrome no tiene características de malignizar y tiene una ventaja, ya que es encontrado en las mucosas desde el nacimiento; en cambio el de piel tiende a presentarse en la pubertad, donde las lesiones de la piel pueden involucionar en el tiempo; en cambio las de las mucosas persisten y, con respecto a la clínica de este síndrome, principalmente es el dolor a nivel abdominal, caracterizado por un dolor tipo cólico debido a la invaginación del intestino, y su tratamiento es la polipectomía endoscópica ⁴⁹.

3. Poliposis Juvenil

De igual manera que los síndromes anteriores, es caracterizado genéticamente por ser un síndrome autosómico dominante, presentando una incidencia de

1/100.000 nacimientos; con respecto a los genes que se encuentran involucrados en este tipo de síndrome SMAD4 y BMPR1 y los que son de menos grado son ENG y PTEN. Este tipo de síndrome se caracteriza por la presencia de pólipos tipo hamartomatosos a lo largo de todo el tracto gastrointestinal ⁴⁹.

Estas lesiones no poseen alto potencial de malignizar, presentan varios casos de neoplasias gastrointestinales, como igual sucede en el síndrome de Peutz–Jeghers. El tratamiento para la poliposis juvenil suele ser la polipsectomía endoscópica, debido a que tiene una alta tendencia de presentar hemorragias y obstrucciones a nivel del tracto gastrointestinal ⁴⁹.

2.23 Caracterización de los pólipos

Como se sabe, los pólipos tienen diferentes características, las cuales los definen si estos pueden llegar a malignizar o no; esto depende ya sea del tamaño del pólipo, del gen que los desencadene, del componente de vellosidad, entre otras características en las cuales se pueden clasificar y, así, poder ver si pueden o no desarrollar cáncer colorrectal en la persona ⁵⁰.

- Pólipos hiperplásicos: no son neoplásicos, y no tienen el riesgo de malignizar⁵⁰.
- Pólipos adenomatosos: sí son neoplásicos y sí tienen el riesgo de malignizar⁵⁰.
- Pólipos serrados:
 - Pólipo hiperplásico: este es menor a 5mm y no presenta potencial de malignizar ⁵⁰.
 - Adenoma serrado sésil y adenoma serrado tradicional: presentan el riesgo de un 20-30% para desarrollar CCR y tienen el potencial de malignizar ⁵⁰.

2.24 Clasificación macroscópica de cáncer colorrectal

Se utiliza de dos escalas, para poder clasificar de manera macroscópica los pólipos en el cáncer colorrectal. Con la Clasificación de París, se pueden clasificar las lesiones neoplásicas gastrointestinales superficiales de colon ⁵¹.

2.24.1 Clasificación de París

Lesiones polipoideas

- 0-Ip: Pólipos pediculados
- 0-Is: Pólipos sésiles

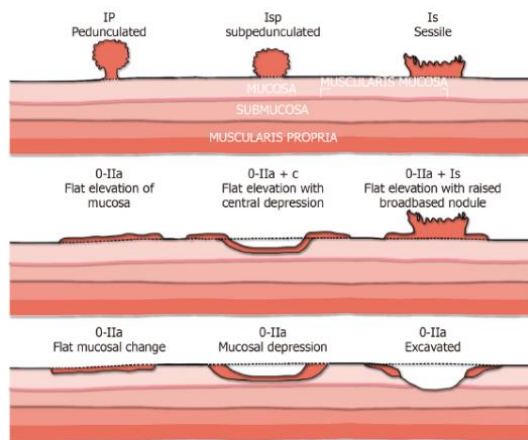
Lesiones no polipoideas

- 0-IIa: Superficial elevada (<2cm)
- 0-IIb: Completamente plana (<2cm)
- 0-IIc: Superficial deprimida sin ulceraciones (<1cm)

Lesiones no polipoides excavadas

- 0-3: Ulceradas o excavadas

Figura 11. Clasificación de París para lesiones de colon y recto



Fuente: Clinical Practice Guidelines ⁵¹.

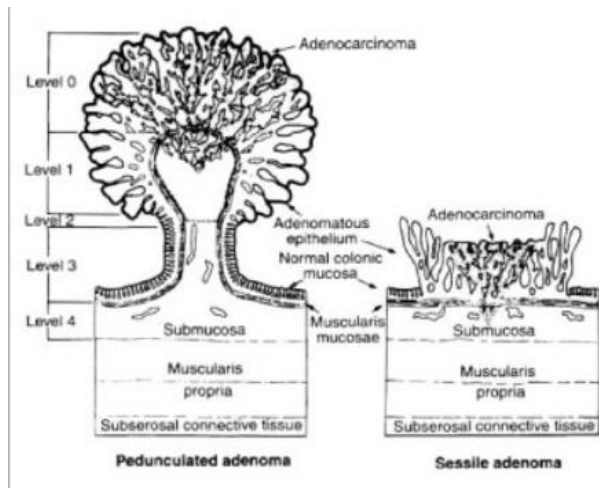
2.24.2 Clasificación macroscópica

En este caso, se tiene la clasificación de Haggitt, donde lo que se clasifica es el grado de invasión de las lesiones según el pólipo que presente el paciente. Se clasifica al cáncer colorrectal temprano como el de las lesiones tipo pediculado y sésil, los pediculados tienen tallos con longitudes mayores que el diámetro; por el contrario, los sésiles no los tienen ⁵¹.

2.24.3 Clasificación de Haggitt

- Grado 0: invade la mucosa por encima de la muscularis mucosae; es un carcinoma in situ ⁵¹.
- Grado 1: invade la submucosa, pero limitando la cabeza del pólipo.
- Grado 2: invade la submucosa del cuello del pólipo ⁵¹.
- Grado 3: invade la submucosa de cualquier parte de tallo del pólipo ⁵¹.
- Grado 4: invasión de la submucosa por debajo del tallo, sin alcanzar la muscular propia ⁵¹.

Figura 12. Grados de invasión en lesiones polipoides según Haggitt



Fuente: Revista Española de Enfermedades Digestivas ⁵²

22.25 Estudios de tamizaje: Sensibilidad y Especificidad en CCR

Como se sabe, para la evaluación del CCR existen diferentes tipos de estudios, los cuales se les pueden realizar a los pacientes que presenten ya sea factores de riesgo o sospecha de un desarrollo de cáncer colorrectal, donde cada uno de estos estudios va a representar cierta sensibilidad y especificidad ante este tipo de cáncer, lo cual es de suma importancia para tener un poco más de certeza de cuál es el estudio con más viabilidad y mejor diagnóstico para este tipo de cáncer ⁵².

Cuando se realizan los diferentes estudios que se pueden llevar a cabo para el tamizaje de CCR, cada uno de ellos requiere materiales diferentes o formas diferentes para ser estudiados y aplicados en los pacientes, como: se utiliza

materia fecal en algunas, radiación como estudios de imagen y el tradicional o principal en este tipo de cáncer, como los estudios endoscópicos. Se debe tomar en cuenta que la elección de estudio que se decida hacer en cada paciente va a depender mucho de los factores de riesgo, principalmente, que presente el paciente, como también se toma en cuenta lo que sea más adecuado y más seguro para él ⁵².

Tabla 10. Sensibilidad y Especificidad de CCR

Estudio de tamizaje	Sensibilidad	Especificidad
Prueba de sangre oculta en heces (SOM Fg)	50-75%	96-98%
Prueba de sangre oculta en heces con técnica de inmunofluorescencia (SOM Fi)	81%	93%
Colonografía por TC	86-100%	88-94%
Rectosigmoidoscopia	58-75%	92%
Colonoscopia total o completa	94,7%	89-94%

Fuente: Provenzale et al. Colorrectal cancer screening ⁵²

2.25.1 Estudios de materia fecal

SOMFg:

El análisis de CCR en materia fecal es una prueba o un test llamado guayaco, el cual detecta de forma indirecta sangre en la materia fecal, por medio de que se le coloca peroxidasa al análisis. Es una prueba que tiene una ventaja en el costo, ya que es bajo y es fácil de poder realizar, pero la desventaja de esta es que es poco específica y tiene una baja sensibilidad para la detección de pólipos adenomatosos; por ende, si esta prueba resulta positiva se le debe hacer una colonoscopia completa al paciente⁵².

SOMF:

Este es otro estudio que se realiza de igual manera en la materia fecal, pero se le coloca inmunofluorescencia al análisis. Se basa en poder detectar hemoglobina en la materia fecal, donde lo que se utilizan son anticuerpos, los cuales van a reaccionar ante las cadenas de globina que contenga, en este caso, la muestra fecal del paciente. Este estudio es altamente específico para la detección de sangrado de origen colónico, disminuyendo, a su vez, los falsos positivos de este tamizaje, y la sensibilidad es superior en comparación con la prueba de SOMFg⁵².

Al tomarse en cuenta que la detección de adenomas avanzados y cáncer colorrectal es de 2-2.5% mayor en comparación con SOMFg; por ende, también se toma en cuenta que esta técnica es mucho más confiable para la detección de neoplasias avanzadas. Con esta prueba de tamizaje hecha a los pacientes, se ha logrado ver la disminución de un 28% de lo que es la incidencia anual del CCR, donde diversos estudios han logrado demostrar que con este análisis de materia fecal se ha logrado disminuir del 13-15% de las muertes de CCR⁵².

2.25.2 Estudios de Imagen

Colon por enema:

Se tiene el estudio de imagen, el cual es el colon por enema; este va a permitir una evaluación completa de todo el colon, pero existe una desventaja, que este tiene poca sensibilidad y especificidad de un 48% para la detección de pólipos >10mm y un 73% para pólipos >7mm, va a permitir un diagnóstico de lesiones que ya se encuentren avanzadas, pero con el fin de que no va a existir un beneficio terapéutico para el paciente, en estos casos. Por medio de su poco aporte terapéutico y la disminución de la incidencia de CCR, no es un estudio de tamizaje que se utilice de manera frecuente y, si es utilizado y hay un procedimiento positivo, se debe referir al paciente para la realización de colonoscopia completa⁵².

Colonografía por TC:

Es un estudio que contiene una de las mayores ventajas en los pacientes, teniendo simulación de reconstrucciones bidimensionales y tridimensionales hacia la luz del colon. Es uno de los mejores estudios que se pueden realizar, ya que tiene una alta sensibilidad y especificidad a la detección de pólipos adenomatosos >10mm en un 89-94% y cáncer. Sin embargo, los pólipos entre 6-9mm con respecto a sensibilidad y especificidad pueden llegar a disminuir en un 86-88%, pero este estudio no logra identificar lesiones $\geq 5\text{mm}$ ⁵².

No obstante, ante este estudio se tiene una desventaja, la de un estudio que tiene un alto costo y que, si el paciente tuviera un resultado positivo, va a requerir hacerle un tamizaje colonoscópico en dos etapas. Con respecto a cada cuánto tiempo se realiza este tipo de tamizaje, dicen las guías internacionales como: American College of Gastroenterology (ACG), American College of Radiology (ACR), US Multi-Society Task Force y National Comprehensive Cancer Network (NCCN). Mencionan que lo recomendado de este método de tamizaje es aproximadamente cada cinco años en los pacientes ⁵².

2.25.3 Estudios Endoscópicos

Sigmoidoscopia:

Este procedimiento evalúa el tercio distal de colon, pero puede pasar por alto los adenomas y las neoplasias que se encuentren localizados en las partes más proximales del colon. Según mencionan las guías internacionales, este estudio se debería realizar cada cinco años, con respecto a sus tasas de sensibilidad y especificidad. En estos casos, si se logra identificar un hallazgo anormal en estas situaciones, se debe referir al paciente a que le realicen una colonoscopia completa, debido al riesgo de aparición de nuevas lesiones sincronizadas ⁵².

Colonoscopia completa:

Este es el estudio de tamizaje para el CCR de mayor elección y el más utilizado, debido al beneficio diagnóstico y terapéutico por la capacidad de este estudio a la toma de biopsia durante el procedimiento, recesión de pólipos e

identificaciones de tumores en etapas tempranas. Este estudio se realiza cada 10 años aproximadamente en pacientes que tengan un riesgo promedio a partir de los 50 años de edad. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que, aunque sea un procedimiento de elección, no se puede dejar de lado que puede llegar a tener complicaciones, en la minoría de los casos, ya sea perforación durante el procedimiento o sangrados ⁵².

La sensibilidad de este estudio es muy buena, porque puede llegar a ser hasta de un 98% en adenomas $\geq 10\text{mm}$, pero su sensibilidad es baja cuando se trata de identificar adenomas entre 6-10mm. Con respecto a la preparación del colon, esta juega un papel importante, ya que así se podrá visualizar de una manera más adecuada el colon en el paciente para la detección de adenomas, pues las tasas de falsos negativos se han asociado entre un 20-40% cuando no existe una preparación adecuada colónica ⁵².

2.26 Poblaciones de riesgo y seguimiento de colonoscopia

Población con riesgo promedio

En las poblaciones que cuenten con un riesgo promedio al desarrollo de cáncer colorrectal, como menciona la Sociedad Americana Contra el Cáncer, es recomendado que las pruebas de detección de este tipo de cáncer inicien a partir de los 45 años, ya sea con pruebas de sensibilidad, como es el examen de evaluación de sangre oculta en heces, también conocido como guayaco, o la evaluación endoscópica, como la colonoscopia ⁵³.

Para las personas que presenten un adecuado estado de salud más una esperanza de vida mayor a 10 años, en estas poblaciones las pruebas de detección se deben hacer de manera periódica, hasta que cumplan 75 años. En poblaciones mayores de 76 años, pero menores de 85 años, la decisión debe basarse en la esperanza de vida del paciente, el estado en general en que él se encuentre, y en la detección de pruebas que se le hayan hecho anteriormente. Y, con respecto a los pacientes que sean mayores de 85 años, a esta población no es necesario realizarle pruebas de detección de cáncer colorrectal⁵³.

Cuando se habla de que un paciente tiene un **riesgo promedio** al desarrollo de cáncer colorrectal, se debe tomar en cuenta este tipo de riesgo si el paciente no tiene: antecedentes de cáncer colorrectal, o que se le hayan encontrado ciertos tipos de pólipos, antecedentes heredofamiliares de él, y que el paciente presente antecedentes de algún tipo de enfermedad intestinal inflamatoria como, por ejemplo: colitis ulcerosa, o también que tenga presente la enfermedad de Crohn, el desarrollo de CCR hereditarios como poliposis adenomatosa familiar, enfermedad de Lynch, y pacientes que tuvieran una radiación directa al abdomen o a la zona pélvica⁵³.

Población con alto o mayor riesgo

En esta población expuesta a un mayor riesgo de un desarrollo de cáncer colorrectal, se deben iniciar las pruebas de detección mucho antes; en este caso, antes de los 45 años se deben realizar con mayor frecuencia en los siguientes pacientes: con antecedentes heredofamiliares de cáncer colorrectal muy marcados; antecedentes personales de cáncer colorrectal, o aparición de ciertos tipos de pólipos en los pacientes; antecedentes personales de enfermedad intestinal inflamatoria; radiaciones dirigidas directamente en el área de vientre o pelvis por antecedentes de cáncer previo ⁵³.

2.26.1 Opciones de prueba de detección de CCR

Se debe tomar en consideración que el seguimiento a los estudios, que se les realizan a los pacientes, depende mucho de los factores de riesgo que ellos desarrollen y a los que se encuentren expuestos; no es lo mismo hacer un seguimiento a un paciente que tenga un promedio bajo al desarrollar CCR, que un paciente quien presente un mayor promedio al desarrollo del CCR; de aquí la importancia, donde se debe tomar en cuenta que cada seguimiento que se les brinda a los pacientes se debe hacer de manera individualizada ⁵³.

Tabla 11. Seguimiento de pruebas de CCR normales

Pruebas a base en materia fecal	
Prueba de inmunoquímica fecal altamente sensible	Se recomienda cada año
Prueba de sangre oculta en heces (guayaco)	Se recomienda cada año
Prueba multidirigida de ADN en heces fecales	Se recomienda cada 3 años
Estudios visuales de colon y recto	
Colonoscopia	Se recomienda cada 10 años
Colonografía por TC	Se recomienda cada 5 años
Sigmoidoscopia sensible	Se recomienda cada 5 años

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Seguimiento en personas con riesgo de CCR

Población	Seguimiento
Pacientes con uno o más familiares que desarrollaran cáncer de colon o recto.	Dependiendo de los familiares que presentaron el cáncer y la edad en que lo desarrollaron. Algunos se clasifican en riesgo promedio, y a los otros se les debe hacer más frecuente antes de los 45 años.
Extirpación de pólipos en la colonoscopia previa.	La mayoría de esta población necesita de un seguimiento a los 3 años, pero eso depende si se da seguimiento antes de los 3 años o después, tomando en cuenta el tipo, tamaño y número de pólipos.
Pacientes con antecedentes personales de cáncer de colon o recto.	La mayoría de esta población deberá realizarse colonoscopias con regularidad dentro de un año posterior a la cirugía.

Población con antecedentes de radiación en vientre o zona pélvica.	El seguimiento de la mayor parte de esta población se debe dar en un periodo de 3 a 5 años posterior a la exposición de la radiación.
Población con una enfermedad intestinal inflamatoria.	Después de ser diagnosticados, deben tener un seguimiento en menos de 8 años y el seguimiento debe realizarse cada 1-3 años, dependiendo de los resultados de la colonoscopia y de los factores de cada paciente.
Población con sospecha de síndromes genéticos.	En estas poblaciones, la mayoría de pruebas se deben realizar desde edades tempranas como en la adolescencia, y estas pruebas la mayoría de veces se deben hacer con mayor frecuencia.

Fuente: Elaboración propia.

2.28 Cáncer colorrectal en población pediátrica

En la población pediátrica, usualmente cuando se logra diagnosticar un CCR ya lamentablemente se encuentra sumamente avanzado, por lo cual es de mal pronóstico en estos casos. Se podría decir que existe una ventaja en estas poblaciones pediátricas y adolescentes, ya que es sumamente infrecuente la aparición de este tipo de cáncer, como lo reporta la Revista de Gastroenterología Mexicana, donde se realizó un estudio de enero del año 2000 a diciembre del 2021, y se reportaron solamente ocho casos de adenocarcinoma colorrectal en población pediátrica ⁵⁴.

En edades pediátricas, el cáncer colorrectal es muy poco frecuente que se llegue a desarrollar, donde se reporta una tasa de incidencia por año según lo menciona el Programa Surveillanse, Epidemiology and End Results (SEER), que la población pediátrica de 0-14 años tiene una incidencia de desarrollo de cáncer colorrectal de un 0.12 por cada mil habitantes, y una incidencia de desarrollo de

cáncer colorrectal en una población adolescente entre 15-19 años de 1.78 por cada mil habitantes ⁵⁴.

Con respecto a las estadísticas, se puede observar que es sumamente infrecuente la aparición de este tipo de cáncer en poblaciones pediátricas, y en la minoría de casos cuando se hace presente en esta población el cáncer más frecuente es el carcinoma mucinoso. Al ser histológicamente el más frecuente en poblaciones pediátricas, se debe tomar en cuenta que principalmente el CCR en niños se desarrolla por causa hereditaria en el 90% de los casos ⁵⁴.

A pesar de que es un cáncer poco frecuente en la población pediátrica, cuando se hace presente, la supervivencia para los niños con este tipo de cáncer es muy baja. Representa un estimado de 5-10 años en un 40-31%, y a 10 años es de un 17.7%, en comparación con la población adulta, en quien la sobrevida de 5-10 años ronda entre un 54-60%. Por ende, es poco frecuente, pero cuando se hace presente en la minoría de los casos pediátricos es posible que sea mortal ⁵⁴.

2.29 Cáncer colorrectal en población adulta mayor

En la población adulta mayor, la incidencia de cáncer colorrectal en la población cubana es significativamente alta; en las poblaciones mayores se representa el 80% de manera esporádica; y el 20% es de origen genético. El 90% del desarrollo de CCR se hace presente en personas mayores de 50 años, pero el pico más alto de incidencia ronda entre los 60-75 años, o sea, la población adulta mayor ⁵⁵.

Con respecto a los factores de riesgo y sintomatología que estos pacientes adultos mayores lleguen a presentar, es igual a cómo la persona menor a esta edad llegue a presentar; en estos pacientes la sobrevida va a depender de en qué momento se diagnostique la enfermedad y si existen o no ya órganos o ganglios comprometidos. Por lo general si no existiera diseminación, la tasa de sobrevida a 5-10 años en los pacientes ronda entre 80-90% ⁵⁵.

Sin embargo, como es una enfermedad que empieza a presentar síntomas cuando ya el cáncer está un poco avanzando, sus diagnósticos son tardíos, porque

se realizan exámenes solamente cuando la sintomatología este presente, por ejemplo, cuando ya la persona empiece a tener presencia de rectorragia; por esto la importancia de poder diagnosticar lo más antes posible y no esperar hasta que los síntomas se hagan presentes ⁵⁵.

CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque mixto de revisión bibliográfica, cualitativa y cuantitativa, para poder tener una base comparativa de la información que se obtuvo de revisiones bibliográficas como artículos y, a su vez, poder obtener información de expertos en gastroenterología principalmente, y también opiniones de diferentes especialistas del área de la salud de en el país, quienes se encuentren laborando en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), al igual que clínicas del sector tanto público como privado, donde se realizó fue la recolección de datos a través de una encuesta, la cual fue llevada a cabo utilizando la herramienta de Forms de Google.

De este modo, se pudieron obtener los datos tanto cualitativos como cuantitativos en esta investigación, donde el aporte que se obtendrá de dicha encuesta es de vital importancia para poder conocer la opinión de distintos gastroenterólogos y especialistas del área de la salud, sobre la Inteligencia Artificial (IA) y cómo esta puede ser de gran ayuda y el impacto que puede tener sobre la detección de manera más temprana en el cáncer colorrectal (CCR), y con esto poder disminuir los diagnósticos tardíos de la enfermedad.

Lo que se quiere es lograr que, a través de esta encuesta aplicada a los profesionales de la salud, se pueda identificar el problema base que se puede estar teniendo desde los años anteriores hasta la actualidad, a la hora de poder identificar un adenomas o neoplasias malignas, en una etapa tardía de la enfermedad, o cuál es el mayor problema para los profesionales de salud, cuando una lesión precancerosa sea pasada por alto a la hora de realizar el tamizaje tradicional para el diagnóstico del CCR en la población.

3.2 Población

El instrumento de investigación que se va a utilizar en el actual trabajo investigativo es la elaboración de una encuesta, la cual se encuentra dirigida a diferentes especialistas en el área de salud, como son: Gastroenterología, Medicina General, Medicina Familiar, Ginecología–Obstetricia, Medicina Interna, Cirugía, Geriatria, Pediatría, Dermatología, Reumatología. En estas áreas los diferentes

especialistas se encuentran laborando en diferentes centros hospitalarios y clínicas del país, para así poder saber sus opiniones sobre el tema de cáncer colorrectal con relación a la IA en la actualidad, y ver si son utilizados el tamizaje tradicional y un tamizaje que tenga IA más avanzada, que pueda tener una diferencia al detectar este tipo de cáncer en una etapa más temprana.

3.3 Fuentes de información

Se utilizó una gran variedad de fuentes, de donde se obtuvo la información para el presente trabajo de investigación como: PubMed, Mayo Clinic, SciELO, Mediplus, Revista de Gastroenterología Colombiana, revistas de Gaceta Mexicana, entre otras fuentes de investigación de suma importancia, donde la información brindada para este trabajo actual fue de suma utilidad. Las fuentes de búsqueda se encuentran enfocadas en lo que es el cáncer colorrectal en la actualidad, y la viabilidad que se tiene con la IA, para un diagnóstico en una etapa más temprana de la enfermedad, clasificando los pólipos que los pacientes lleguen a presentar.

También, hay artículos que aportan datos con la aparición de este tipo de cáncer colorrectal en los pacientes jóvenes, debido a diferentes factores de riesgo a los que se encuentra expuesta esa población y, principalmente, se utilizaron artículos de revisiones bibliográficas.

3.4 Criterios de búsqueda

Tabla 10. Criterios de búsqueda utilizados

Objetivo	Descriptores	Motores de búsqueda	Temporalidad	Idioma
Realizar un estudio donde se asociará la edad de los pacientes, características clínicas,	Incidencia de cáncer colorrectal. Población joven. Inicio temprano de	PubMed. Mayo Clinic. SciELO. Mediplus. Revista de Gastroenterología Colombiana.	2024	Español

<p>endoscópicas e histopatológicas en relación con el cáncer colorrectal cuando se diagnostica en una población latinoamericana, como lo es en este caso Colombia, ya que el CCR cada vez aumenta su incidencia en poblaciones más jóvenes.</p>	<p>cáncer colorrectal. Población latinoamericana.</p>	<p>Revista de UCR. Revista Colombiana de Gastroenterología.</p>		
<p>Lograr la detección automática de pólipos colorrectales, utilizando una herramienta que tenga inteligencia artificial, para poder dar una mejor identificación de</p>	<p>Cáncer colorrectal. Inteligencia artificial. Detección de pólipos colorrectales. Herramientas tecnológicas. Mayor detección de pólipos en el CCR.</p>	<p>PubMed. Mayo Clinic. SciELO. Mediplus. Revista de Gastroenterología Colombiana. Revista de UCR.</p>	<p>2020</p>	<p>Español / Inglés</p>

pólipos que se encuentran presentes en el cáncer colorrectal.				
Dar a conocer los diferentes tipos de pólipos que se pueden encontrar cuando a un paciente se le realiza una colonoscopia, y cómo se clasifican según la escala de París, e identificar si es maligno o benigno, al igual que los diferentes tipos de síndromes que forman pólipos.	Pólipos colorrectales. Clasificación de los pólipos. Síndromes hereditarios. Pólipos adenomatosos. Clasificación de París.	PubMed. Mayo Clinic. SciELO. Mediplus. Revista de Gastroenterología Colombiana. Revista de UCR.	2018	Español

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Criterios de inclusión y exclusión

Tabla 11. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Investigaciones que se enfoquen en cómo diagnosticar a los pacientes con cáncer colorrectal.	Artículos que no incluyan a pacientes con cáncer colorrectal.
Artículos que incluyan cuál es el tamizaje tradicional del cáncer colorrectal en la población de Costa Rica.	Artículos que no se centren en el tema principal de la IA relacionada con el cáncer colorrectal.
Investigaciones en las que se mencionen cuáles son los principales factores de riesgo a los que se encuentra expuesta la población.	Artículos que no se centren específicamente en el abordaje de un diagnóstico de CCR.
Artículos que demuestren cuán viable es utilizar la IA en el procedimiento de colonoscopias.	Artículos que no se centren en los avances que ha tenido la IA en la medicina, en la parte de colonoscopias específicamente.
Artículos que identifiquen por qué la aparición de CCR se está haciendo presente en poblaciones más jóvenes.	Artículos que no hablen principalmente de los factores de riesgo que tiene el CCR en la población.
Artículos que demuestren los últimos avances que se han tenido en la medicina por medio de la IA.	
Artículos que demuestren que el utilizar IA en procedimientos de colonoscopias ayuda al médico a poder diagnosticar más tempranamente CCR.	

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Clasificación según niveles de evidencia

Tabla 12. Clasificación de la información según niveles de evidencia

Nivel de evidencia	Tipo de estudio	Cantidad según tipo de estudio	Cantidad según nivel de evidencia	Porcentaje %
1	Revisión sistemática	2	4	20%
	Estudio de cohorte	1		
	Estudio transversal			
	Estudio cuantitativo	1		
3	Estudio retrospectivo	1	1	5%
5	Revisión bibliográfica	15	15	75%
Total		20		100%

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Recolección de datos

La herramienta utilizada para la recolección de datos, fue la elaboración de una encuesta, la cual constó de 27 preguntas que fueron dirigidas a una población de 24 especialistas de diferentes áreas de la salud, donde lo que se buscó fue recolectar datos de qué opinaban y cuál era su conocimiento respecto a la inteligencia artificial y el cáncer colorrectal, y evaluar si se podría dar una mejoría en el manejo con el que actualmente se cuenta. A continuación, se van a presentar las preguntas que fueron aplicadas, las cuales cumplen con los objetivos específicos y el objetivo general de la presente investigación.

Objetivos

Objetivo General

1. Evaluar la viabilidad del uso de la inteligencia artificial en el abordaje temprano de pacientes con sospecha de cáncer colorrectal, en comparación con los modelos tradicionales.

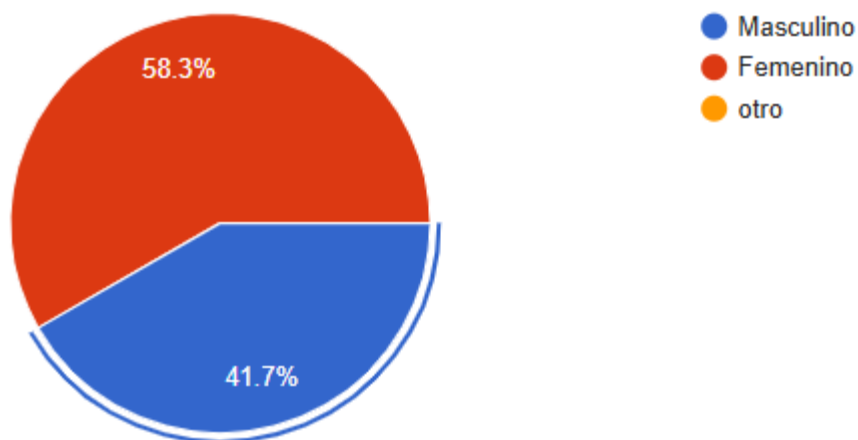
Objetivos Específicos

1. Describir los modelos tradicionales de abordaje temprano para pacientes con sospecha de cáncer colorrectal.
2. Revisar la aplicación de la inteligencia artificial en el abordaje temprano de pacientes con sospecha de cáncer colorrectal.
3. Comparar la viabilidad del uso de la inteligencia artificial con los modelos tradicionales en el abordaje temprano de pacientes con sospecha de cáncer colorrectal.

Se evaluará si con la obtención de resultados obtenidos en la encuesta, estos cumplen con los objetivos tanto general como específicos que se plantearon en el presente trabajo de investigación y, así, poder llegar a las conclusiones esperadas.

Análisis de resultados

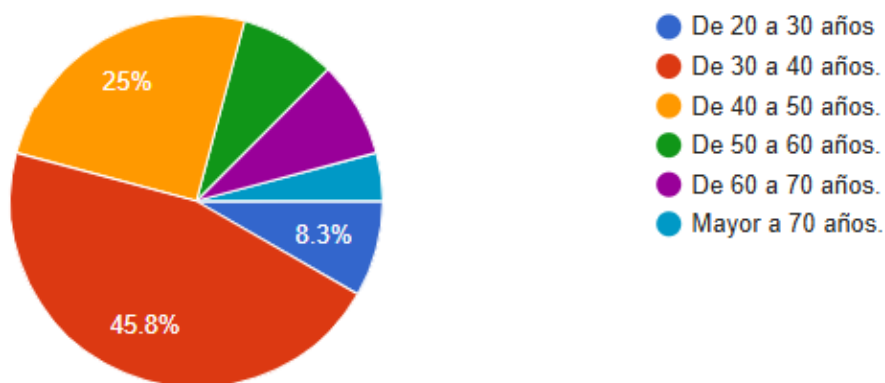
Gráfico 1 Género



Fuente: Elaboración propia

Esta encuesta fue aplicada en una población de 24 profesionales de la salud, donde se puede observar en el gráfico que el 58,3% representa el sexo femenino (14) y el 41,7% representa al sexo masculino (10).

Gráfico 2 Rango de edad

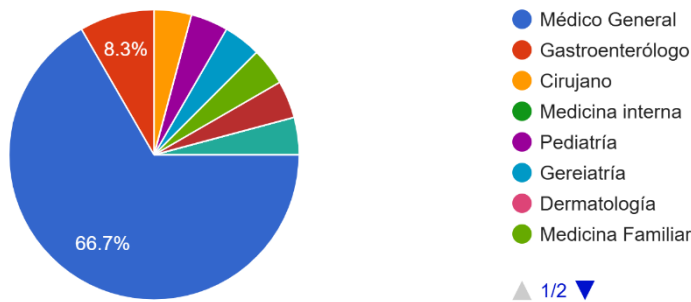


Fuente: Elaboración propia

Se colocaron seis rangos de edades, donde la menor edad es de 20-30 años y la mayor edad es de 70 años, se puede observar en el gráfico la muestra que fue

tomada y se obtuvo que el 45,8% es de profesionales de la salud que ronda entre los 30-40 años de edad, tomando como segundo lugar, donde se representa el 25% de los profesionales de salud en edades entre los 40-50 años; como tercer lugar con un 8,3% son profesionales de la salud con edades entre los 20-30 años; en el cuarto lugar se representan con 8,3% rango de edades entre los 50-70 años; y como quinto lugar con un 4,2% un profesional de la salud con una edad mayor a 70 años.

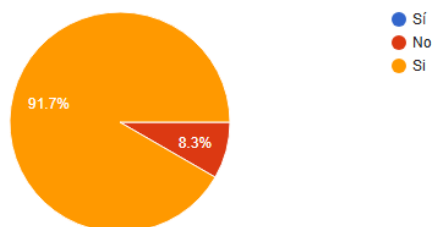
Gráfico 3 Área de la medicina en la que se especializa



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el siguiente gráfico, se le aplicó la encuesta a diferentes especialidades en el área de la medicina, donde los profesionales en quienes se obtuvo más respuesta fueron Médicos Generales, con una representación de un 66,7%; como segundo lugar se obtuvo la especialidad en Gastroenterología, representada en un 8,3%; y con un 4,2% el resto de especialistas, como lo fueron: Pediatría, Geriatría, Medicina Familiar, Cirugía y otra especialidad no representada en la encuesta.

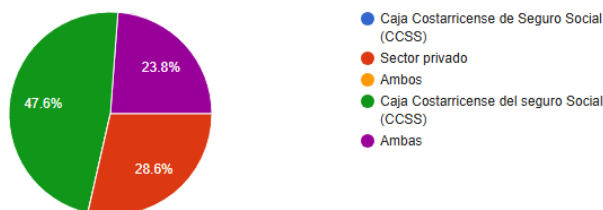
Gráfico 4 Trabajador activo en algún centro médico del país



Fuente: Elaboración propia

De los 24 médicos que se encuentran laborando actualmente en algún centro del país, se obtuvo que el 91,7% es de trabajadores activos y el 8,3% de los médicos no se encuentra laborando en la actualidad.

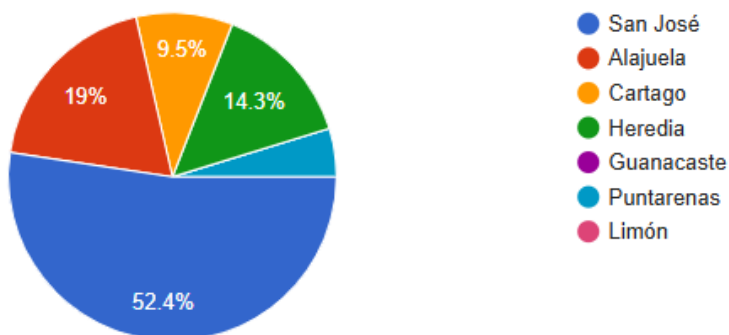
Gráfico 5 Dónde se encuentra laborando actualmente



Fuente: Elaboración propia

Se evaluó en cuál sector se encuentran laborando actualmente los especialistas en la salud, donde la mayoría de ellos, con una representación del 47,6%, indicaron que se encuentran laborando en el sector público, en este caso en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS); el 28,6% de los médicos se encuentran trabajando en el sector privado; y un 23,8% son médicos que laboran en ambos sectores, tanto en el público como en el privado.

Gráfico 6 Provincia de país en la que labora la mayor parte del tiempo



Fuente: Elaboración propia

Se les indicó, a los profesionales de la salud, que seleccionaran la provincia en la cual laboraban la mayoría parte del tiempo, donde se colocaron las siete provincias del país. Como resultado se obtuvo que la mayoría de los médicos laboraban en la provincia de San José, con una representación de un 52,4%; como segundo lugar está la provincia de Alajuela con una representación de un 19%; en tercer lugar, con una representación de un 14,3%, la provincia de Heredia; en cuarto lugar, con un 9,5% la provincia de Cartago; y en la minoría de los casos con un 4,8% la provincia de Puntarenas. Como se puede observar, la mayoría de los médicos que respondieron la encuesta se encuentran laborando dentro de la Gran Área Metropolitana.

Gráfico 7 Labora en algún hospital actualmente

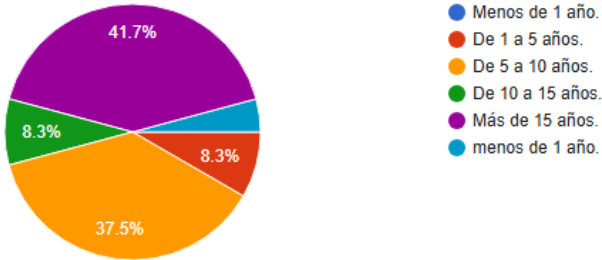


Fuente: Elaboración propia

Se tomaron como referencia diferentes centros hospitalarios, donde se les pidió a los especialistas que seleccionaran dónde se encuentran laborando

actualmente. El 79,2% de los médicos indicaron que se encuentran laborando en otros centros hospitalarios que no fueron incluidos; como segundo lugar se hallan los hospitales San Juan de Dios y Max Peralta; y representando un 4,3% el Hospital Monseñor Sanabria Martínez.

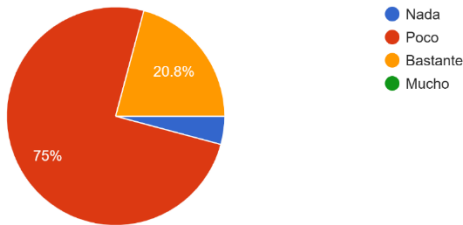
Gráfico 8 Años de experiencia laborando



Fuente: Elaboración propia

Se evaluaron los años de experiencia con los que cuentan los especialistas en el campo de la salud, donde se pudo obtener que el 41,7% manifiesta que tiene más de 15 años; el 37,5% menciona tener de 5-10 años de experiencia; un 8,3% cuenta con un grado de experiencia entre 1-5 años; el otro 8,3% menciona tener entre 10-15 años de experiencia; y solamente el 4,2% menciona tener menos de un año, donde se puede observar que la mayoría de especialistas cuenta con un porcentaje alto de experiencia laborando en el campo de la medicina.

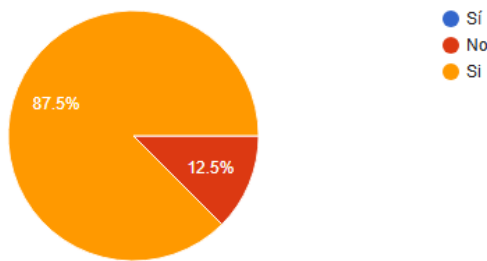
Gráfico 9 Con qué grado de conocimiento cuenta usted acerca de la inteligencia artificial



Fuente: Elaboración propia

Se les ha preguntado a los profesionales de la salud cuál es su grado de conocimiento en la actualidad, acerca de la inteligencia artificial, donde la mayoría de médicos, representando un 75%, mencionaron que su conocimiento sobre la inteligencia artificial es poca; un 20,8% dijo tener bastante conocimiento sobre el tema; y un 4,2% mencionó no tener nada de conocimiento sobre este tema. Con estos resultados, se puede observar que la mayoría de médicos no se encuentran tan informados de un tema que ha sido sumamente significativo en la actualidad, como lo es la inteligencia artificial.

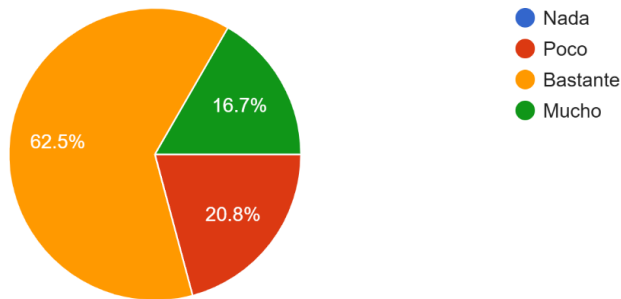
Gráfico 10 Conocimiento de algún avance que involucre inteligencia artificial en la medicina en los últimos 5 años



Fuente: Elaboración propia

Se les ha preguntado a los médicos si en los últimos cinco años han leído sobre algún avance en el campo de la medicina que involucren la inteligencia artificial, donde la mayoría de los profesionales de la salud, representados con un 87,5%, manifestaron que sí tienen conocimiento de este tipo de avances en relación con el campo de la medicina y la inteligencia artificial; y un 12,5% mencionaron que no tienen conocimiento de ningún avance de estos. Con respecto a la información implementada en la presente investigación, se puede afirmar que los avances que ha tenido la inteligencia artificial en los últimos años, ocurridos en el campo de la medicina, han tenido un avance y aporte significativo en esta rama.

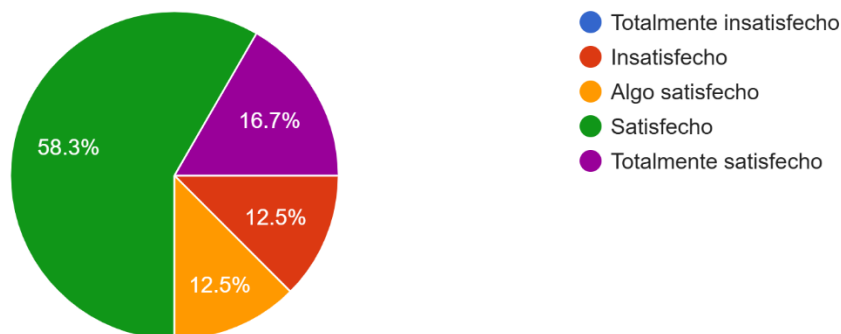
Gráfico 11 La inteligencia artificial ha sido de gran ayuda en el campo de la medicina



Fuente: Elaboración propia

Se evaluó en los profesionales de la salud cuánta ayuda creen que ha representado la inteligencia artificial en el campo de la medicina, donde el 62,5% mencionó que esta ha sido de gran ayuda; el 20,8% dijo que la inteligencia artificial en la medicina ha sido de poca ayuda; y un 16,7% manifestó que ha sido de mucha ayuda en este campo. Sin embargo, se puede observar que el 62,5% de los médicos están de acuerdo con que la IA es de ayuda en el campo de la medicina, ya que existen estudios donde se demuestra la gran importancia que esta herramienta ha llegado a ser en el área de la salud, para la detección de enfermedades y de más aportes que esto ha logrado brindar.

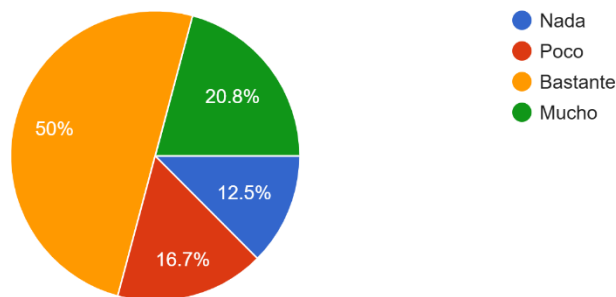
Gráfico 12 Se siente satisfecho con el uso de la inteligencia artificial en la medicina



Fuente: Elaboración propia

Se evaluó el grado de satisfacción con el que se encuentran los profesionales de la salud, hoy en día, con respecto al uso de la IA en la medicina: el 58,3% menciona que se siente satisfecho con el uso de esta herramienta; el 16,7% dice que se siente totalmente satisfecho; el 12,5% menciona sentirse algo satisfecho; y representando el otro 12,5%, manifiesta sentirse insatisfecho con el uso de esta herramienta en la medicina.

Gráfico 13 Ha existido aumento de cáncer colorrectal en los últimos años en Costa Rica

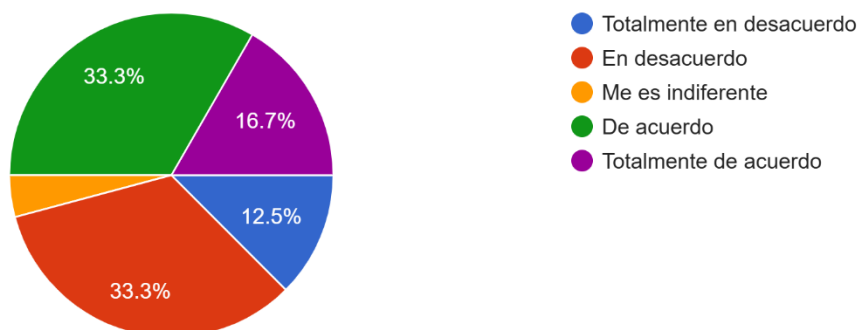


Fuente: Elaboración propia

Se les preguntó, a los profesionales de la salud, si creen que en la población costarricense en los últimos años ha existido un aumento de cáncer colorrectal, donde se obtuvieron los siguientes resultados: el 50% menciona que el aumento ha sido bastante, el 20.8% dice que el aumento ha sido mucho; el 16,7% menciona que el aumento ha sido poco; y el 12,5% expresa que este aumento no ha sido nada. Como se manifiesta en la presente investigación, se sabe que el cáncer colorrectal en la población costarricense es uno de los cánceres más frecuentes en los últimos años; su incidencia ha aumentado significativamente. Como lo dicen los doctores Juárez y Córdoba, en el 2023, lamentablemente el CCR en la población costarricense representa la segunda causa de muerte más frecuentes, después de las enfermedades cardiovasculares y antes de la pandemia del COVID-19. Por

ende, respecto a los resultados obtenidos en esta pregunta, se puede afirmar que la incidencia ha aumentado significativamente en los últimos años.

Gráfico 14 Cree que el tamizaje actual que se da en el país es confiable para detección en etapa temprana de la enfermedad



Fuente: Elaboración propia

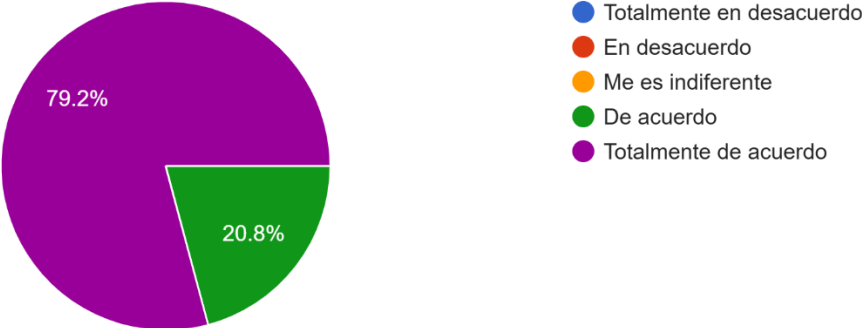
Esta pregunta cumple con el objetivo específico 1 de la actual investigación: Describir los modelos tradicionales de abordaje temprano para pacientes con sospecha de cáncer colorrectal.

Con respecto a los resultados que se obtuvieron, preguntándoles a los profesionales de la salud sobre si creen que el tamizaje que se da actualmente en el país, que es la colonoscopia, es confiable para la detección de CCR en etapas tempranas de la enfermedad, se obtuvieron los siguientes resultados: un 33,3% de los médicos mencionaron que están de acuerdo que es un tamizaje confiable; un 33,3% dijo que se encuentra en desacuerdo en que sea confiable; un 17,7% expresó que se encuentra totalmente de acuerdo en que es confiable; un 12,5% mencionó que está totalmente en desacuerdo que sea confiable; y un 4,3% manifestó que le es indiferente.

Como se menciona en el trabajo, el tamizaje principal en un paciente con sospecha de CCR es la colonoscopia. Se sabe que este método es confiable, pero no se

puede asegurar que es un método ciento por ciento confiable ante la detección de CCR en etapas tempranas de la enfermedad.

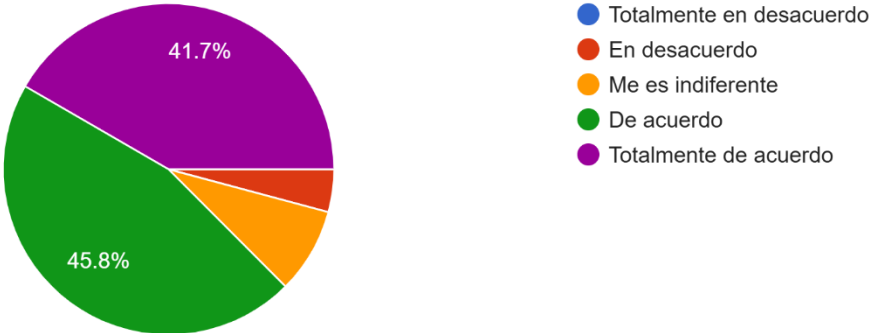
Gráfico 15 Mejorar formas para detección de CCR en una etapa más temprana



Fuente: Elaboración propia

Se mencionó si creen que deberían existir más formas de poder realizar una detección de CCR en una etapa más temprana de la enfermedad, donde los médicos mencionaron que: un 79,2% están totalmente de acuerdo en que deberían existir más formas de detectar CCR de manera más temprana; y un 20,6% dicen que se encuentran de acuerdo.

Gráfico 16 La inteligencia artificial puede ayudar a un diagnóstico más temprano de la enfermedad



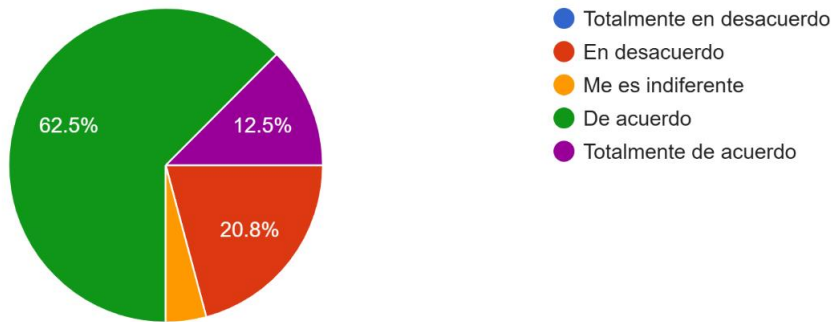
Fuente: Elaboración propia

Esta pregunta cumple con el objetivo específico 2 de la actual investigación:
Revisar la aplicación de la inteligencia artificial en el abordaje temprano de pacientes con sospecha de cáncer colorrectal.

Se les preguntó, a los profesionales de la salud, que si se encontraban de acuerdo con que la inteligencia artificial podría ayudar a poder detectar el CCR en un diagnóstico más temprano de la enfermedad, donde los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: el 45,8% mencionó que se encuentra de acuerdo con el uso de la IA en un diagnóstico más temprano de la enfermedad; el 41,7% dice que se encuentran totalmente de acuerdo; el 8,3% manifiesta que le es indiferente; y el 4,3% expresa que se encuentra en desacuerdo.

Como se puede observar en los resultados que se lograron obtener, la mayoría de los profesionales de la salud se encuentra de acuerdo en que la IA se involucre en esta área de la medicina, para poder dar una predicción de CCR en una etapa más temprana de la enfermedad. Como se mencionó en la investigación actual, se puede observar que han existido investigaciones y creaciones de equipos más avanzados para poder dar un diagnóstico más certero. Se menciona un avance en el año 2023, realizado en la ciudad de Taiwán, donde se unieron dos equipos de ASUS junto con Intel y crearon un sistema de endoscopia llamado ASUS EndoAim con Inteligencia Artificial; en este sistema el objetivo era lograr la detección de adenomas colorrectales en un tiempo récord de milisegundos, donde no solo este sistema puede evidenciar a los médicos un adenoma, sino ayuda a detectar múltiples adenomas, demarcando los lugares donde estos se encuentran, con la posibilidad de lograr clasificarlos.

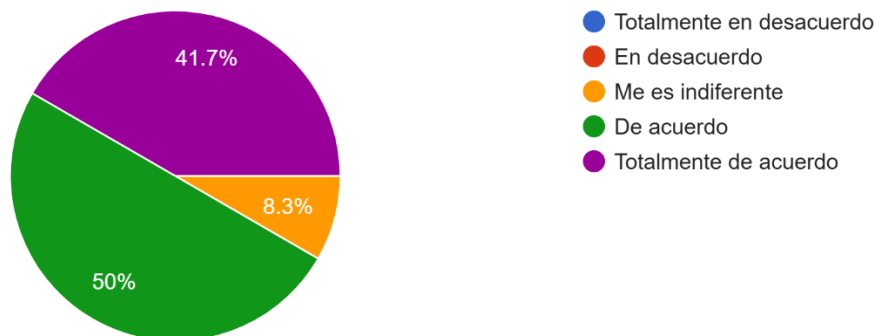
Gráfico 17 La colonoscopia es un tamizaje confiable para detección de CCR en etapas tempranas



Fuente: Elaboración propia

Se les preguntó, a los profesionales de la salud, si creen que la colonoscopia es un tamizaje confiable para poder detectar CCR en una etapa temprana de la enfermedad, donde sus respuestas fueron: un 62,5% piensa que está de acuerdo; un 20,8% menciona que está en desacuerdo; un 12,5% dice que está totalmente de acuerdo; y un 4,3% menciona que le es indiferente.

Gráfico 18 Utilidad de inteligencia artificial en el tamizaje de CCR



Fuente: Elaboración propia

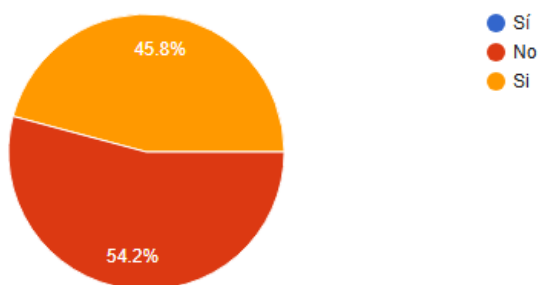
Esta pregunta responde al objetivo general de la presente investigación:

Evaluar la viabilidad del uso de la inteligencia artificial en el abordaje temprano de pacientes con sospecha de cáncer colorrectal, en comparación con los métodos tradicionales.

Se les preguntó a los profesionales de la salud, si creen que es útil poder utilizar IA en el tamizaje tradicional de CCR, donde se obtuvieron los siguientes resultados: el 50% menciona que está de acuerdo, el 41,7% dice que está totalmente de acuerdo; y el 8,3% expresa que le es indiferente el uso de IA en el tamizaje de CCR.

Se puede observar que, con respecto a los resultados obtenidos, la mayoría de los profesionales de la salud piensan que utilizar IA en el tamizaje tradicional de CCR es de mucha utilidad en estos casos.

Gráfico 19 Conoce sobre alguna guía de tamizaje de CCR actualizada en el país



Fuente: Elaboración propia

Se les mencionó a los profesionales de la salud si conocían de alguna guía de tamizaje CCR que se encontrara actualizada en el país, donde los resultados obtenidos fueron que más de la mitad, representado un 54,2% de los médicos que realizaron esta encuesta, mencionaron que NO conocen de una guía de tamizaje actualizada sobre CCR; y un 45,8% mencionó que SÍ conocen sobre una guía actualizada. Sin embargo, la guía más actualizada que la autora del presente trabajo investigativo ha logrado encontrar es del año 2014, elaborada por Vilorio, la cual es una guía para tamizaje de cáncer colorrectal. Pero no es una guía actualizada, ya que tiene más de 10 años de haber sido creada.

Gráfico 20 Mejoras que se deberían hacer para diagnosticar a un paciente en una etapa más temprana de la enfermedad



Fuente: Elaboración propia

Se les preguntó a los médicos si creían que se deberían hacer mejoras para hacer un diagnóstico en una etapa más temprana de la enfermedad y, si era así, qué mejoras se podrían hacer en estos casos, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

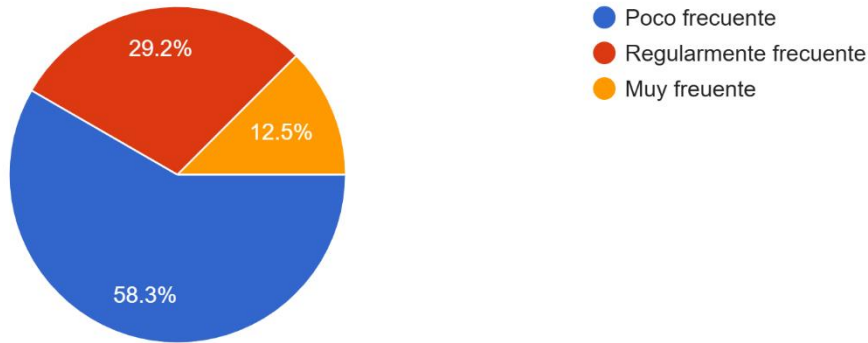
El 37,5% mencionó que una mejoría que se debería hacer es: Saber identificar los factores de riesgo de cáncer colorrectal en un primer nivel de atención.

El 33,3% manifestó que una mejoría que se debería hacer es: Que los médicos se capaciten de mejor manera para poder identificar posibles sospechas de factores de riesgo de esta enfermedad.

El 16,7% dijo que una mejora que se debería hacer es: Brindarles en la consulta a los pacientes una guía de posibles factores de riesgo de desarrollo de CCR y que este tenga una puntuación.

El 12,5% mencionó que una mejoría que se debería hacer es: Implementar un protocolo ante la sospecha de un cáncer colorrectal.

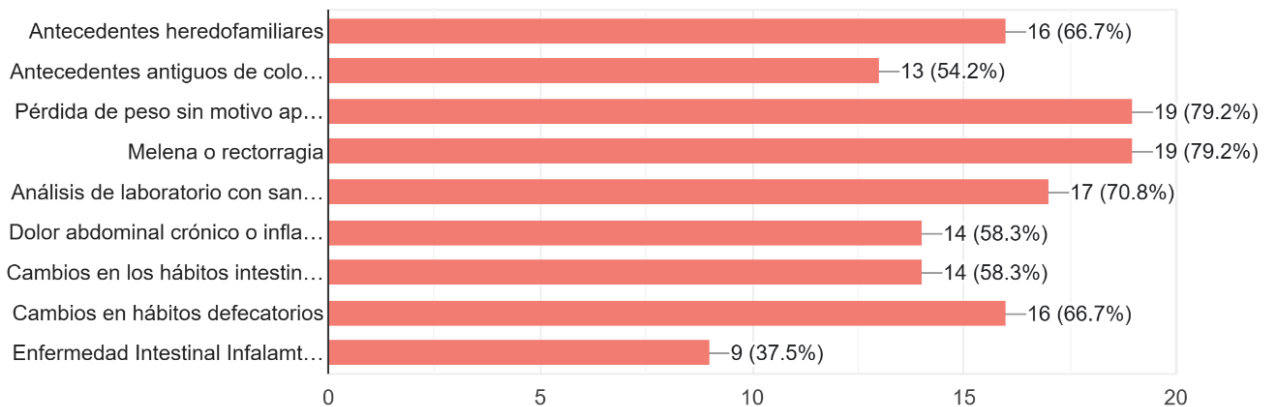
Gráfico 21 Frecuencia de pasar lesiones por alto en una colonoscopia



Fuente: Elaboración propia

Se evaluó, con esta pregunta, qué frecuencia creen que existe a la hora de realizar una colonoscopia, que haya lesiones que se pasen por alto cuando se está haciendo este tamizaje, donde se obtuvieron los siguientes resultados: el 58,3% mencionó que es poco frecuente; el 29,2% dijo que es regularmente frecuente; y un 12,5% expresó que es muy frecuente que esto pase.

Gráfico 22 Banderas rojas que hacen sospechar un médico la posible presencia de CCR



Fuente: Elaboración propia

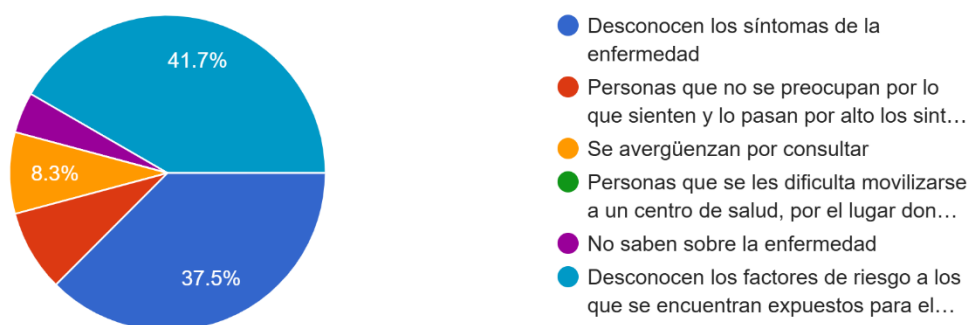
Se les preguntó, a los médicos, cuáles creen que sean las banderas rojas que estén presentes en los pacientes cuando existe sospecha de CCR en un primer

nivel de atención, donde se logró obtener la representación de varias banderas rojas frecuentes, como lo son:

El 79,2% de ellos mencionaron que como primeras banderas rojas podrían ser la pérdida de peso sin motivo aparente y la presencia de melena o rectorragia; representando un 70.8% los análisis de sangre oculta en heces; seguidos con un 66,7% los antecedentes heredofamiliares y los cambios en los hábitos defecatorios; un 58,3% la presencia de dolor abdominal crónico o inflamatorio y el cambio en los hábitos intestinales; un 54,2% los antecedentes antiguos de colonoscopias con presencia de pólipos; y en último lugar, con un 37,5%, la enfermedad intestinal inflamatoria.

Se puede observar que, debido a los resultados que se obtuvieron, las banderas rojas más frecuentes son signos y síntomas sugestivos de esta patología y en algunas ocasiones se pasan por alto, cuando un paciente llega a consultar.

Gráfico 23 Factores por los que existe una demora por parte de los pacientes a la hora de consultar



Fuente: Elaboración propia

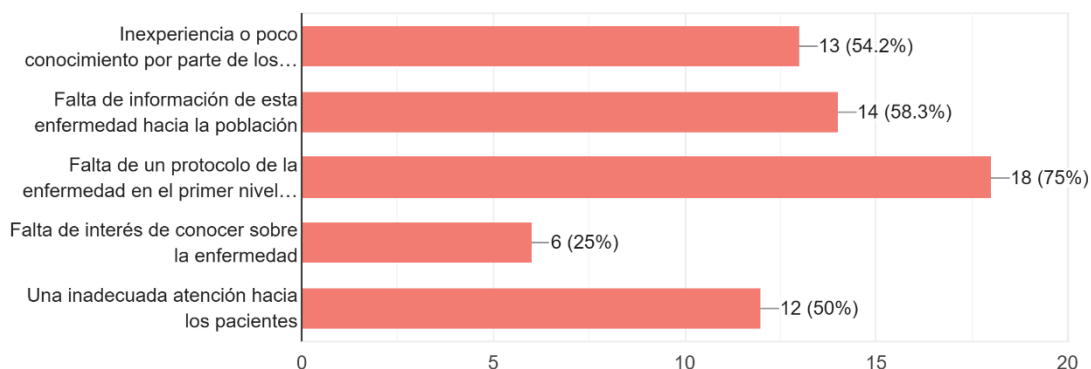
Se evaluó qué factores creen los médicos que existan por parte de los pacientes a la hora de llegar a consultar, por una posible sospecha de CCR, obteniendo los siguientes resultados:

Un 41,7% de ellos mencionaron que es debido a que los pacientes desconocen los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos para el

desarrollo de cáncer colorrectal. Un 37,5% dijeron que es debido a que los pacientes desconocen los síntomas de la enfermedad. Un 8,3% manifestaron que es debido a que las personas no se preocupan por lo que sienten y lo pasan por alto. Un 8,3% mencionaron que es debido a que las personas se avergüenzan por consultar. Un 4,2% dijo que las personas no saben sobre la enfermedad.

Sin embargo, los resultados que se obtuvieron son sumamente ciertos, ya que mucha población no sabe identificar a qué se encuentra expuesta, que la pueda llevar a desarrollar factores de riesgo para este tipo de cáncer, o que no reconoce los síntomas de la enfermedad y quizás lo ve normal; aquí es donde se podría explicar un poco la demora, también, de un diagnóstico oportuno.

Gráfico 24 Qué factores pueden estar involucrados en un diagnóstico tardío de cáncer colorrectal

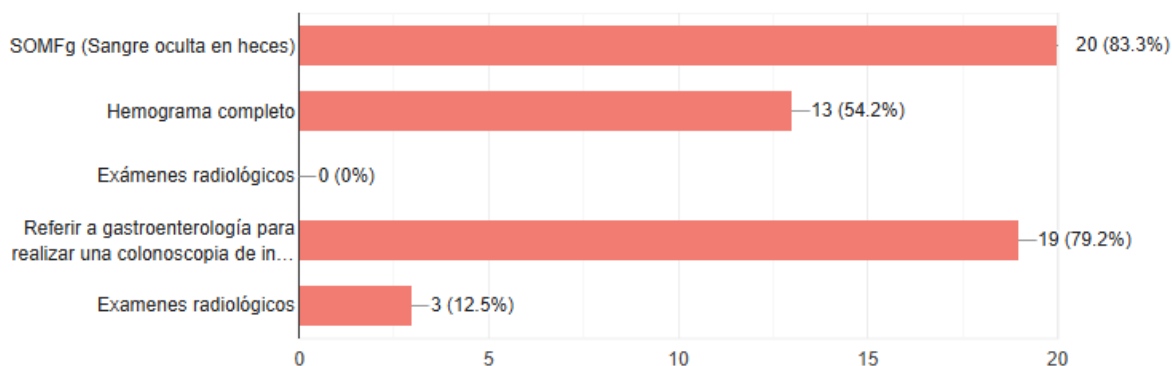


Fuente: Elaboración propia

Acerca de qué factores creen los médicos que están involucrados en un diagnóstico tardío en el cáncer colorrectal en la población, se obtuvo que el 75% de ellos mencionaron que es la falta de un protocolo de la enfermedad en el primer nivel de atención; un 58,3% indicaron que es la falta de información de esta enfermedad hacia la población; un 54,2% dijeron que es la inexperiencia o poco conocimiento por parte de los médicos a la hora de evaluar a un paciente; el 50% mencionaron que es una inadecuada atención hacia los pacientes; y un 25% manifestaron que es la falta de interés de conocer sobre la enfermedad. Se puede

observar que la falta de un protocolo respecto a esta enfermedad sería de gran importancia en los centros médicos, ya que, a su vez, los pacientes los tendrían presentes y, así, los pacientes logran conocer sobre la enfermedad y sus factores de riesgo.

Gráfico 25 Estudios diagnósticos que deberían ser los principales que un médico de primer nivel de atención debería enviarle a un paciente con sospecha de cáncer colorrectal



Fuente: Elaboración propia

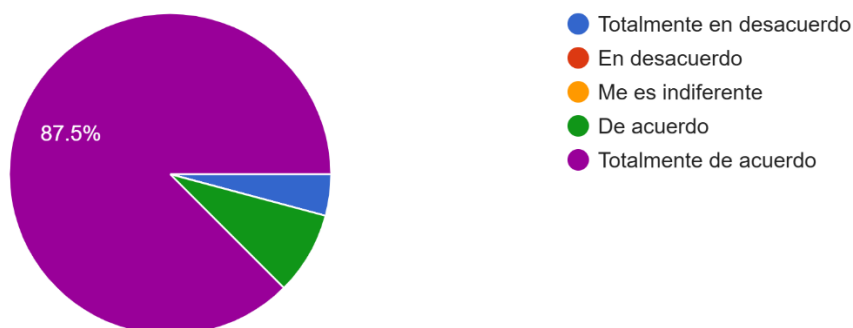
Esta pregunta responde al objetivo específico 1 de la presente investigación: Describir los modelos principales de abordaje temprano para pacientes con sospecha de cáncer colorrectal.

Con respecto a los datos obtenidos, el 83,3% opta por la realización de sangre oculta en heces o el SOMFg; el 79,2% menciona que se debe referir al paciente a gastroenterología, para realizar una colonoscopia de inmediato; el 54,2% dice que realizar un hemograma completo al paciente; y el 12,5% expresa que se le deben realizar exámenes radiológicos.

Como se menciona en la presente investigación, la sangre oculta en heces es una prueba que tiene una ventaja en el costo y es fácil de poder realizársela al paciente, pero la desventaja de esta es que no es tan específica y tiene una baja sensibilidad para la detección de pólipos adenomatosos. Lo ideal es poder referir a los pacientes, a quienes se les tiene una alta sospecha de un posible diagnóstico

de cáncer colorrectal, pero se sabe que no es posible hacerlas de manera inmediata.

Gráfico 26 Está de acuerdo si se crea una guía para la detección de CCR en el país

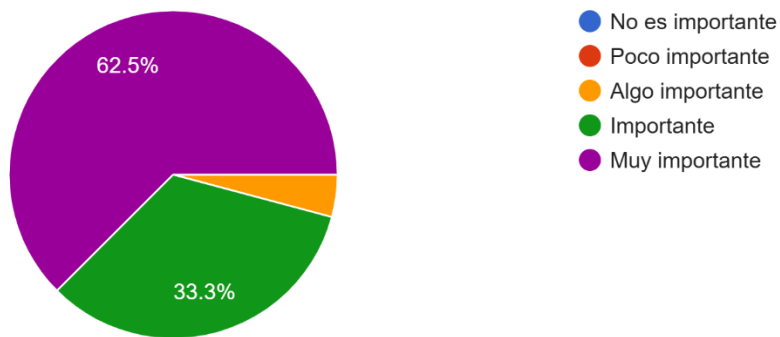


Fuente: Elaboración propia

Se les preguntó a los médicos que si estaban de acuerdo en la elaboración un tipo de guía o protocolo para la detección de CCR en el país, la cual tenga información de la enfermedad, incluidos factores de riesgo, síntomas y prevención de esta, y poder implementarla en los centros médicos, para que así los pacientes la puedan obtener, donde se obtuvieron los siguientes resultados por parte de los profesionales de la salud: el 87,5% está totalmente de acuerdo con la elaboración de la guía o protocolo; el 8,3% se encuentra de acuerdo; y el 4,2% está totalmente en desacuerdo.

La elaboración de un protocolo o guía con la información apropiada sería muy útil, ya que actualmente no hay una en los centros médicos, donde se les pueda brindar a los pacientes este tipo de información, como los protocolos de otras enfermedades, tales como: detección de cáncer de mama, autoexamen de mama, entre otros, con las que sí cuentan los centros de salud.

Gráfico 27 Mejorar el tamizaje de CCR incorporando inteligencia artificial para que se identifiquen lesiones que pueden ser pasadas por alto



Fuente: Elaboración propia

Esta pregunta responde al objetivo general de la presente investigación:

Evaluar la viabilidad del uso de la inteligencia artificial en el abordaje temprano de pacientes con sospecha de cáncer colorrectal, en comparación con los modelos tradicionales.

Se realizó una pregunta a los profesionales de la salud, de que si creen que sería importante mejorar el tamizaje de CCR incorporándole al tamizaje tradicional la inteligencia artificial, para que se puedan identificar lesiones cancerígenas que podrían estar siendo pasadas por alto en algunas ocasiones, y que esta herramienta pueda ayudar a identificarlos, ayudando al médico a ver lesiones que al ojo humano se le podría dificultar ver. Ahí, las respuestas de los profesionales de la salud fueron las siguientes: el 62,5% de los profesionales de la salud mencionaron que sería muy importante la incorporación de IA en el tamizaje; el 33,3% dijo que es importante; y un 4,2% expresó que es algo importante.

CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 1.** A lo largo de la investigación planteada, se puede observar cómo la utilización de diferentes modelos, que involucran la inteligencia artificial en el campo de la medicina, son viables para una predicción de forma temprana del cáncer colorrectal con respecto a los factores de riesgo que se encuentran presentes en la población, lo cual demuestra que la utilidad de la IA en el ámbito de la salud ayuda a fortalecer los programas de prevención y una mejor detección temprana de este cáncer, ya que lo que se quiere lograr es tener una reducción de casos, tanto falsos negativos como falsos positivos y, a su vez, una menor carga laboral hacia el personal del área de la salud.
- 2.** Como se logra observar a lo largo de todo el trabajo, se evalúa que el cáncer colorrectal es uno de los tipos de cáncer actualmente más frecuentes y, a la vez, uno de los más agresivos; el diagnóstico de este cáncer suele detectarse en etapas tardías de la enfermedad. Se puede observar que la incidencia a nivel mundial ha aumentado en los últimos años, tomando en cuenta que uno de sus principales factores de riesgo es la presencia de sus síntomas de una aparición tardía. Lamentablemente, cuando se diagnostica, no se suele encontrar en una etapa favorable, debido a que estos pacientes en la gran mayoría de los casos suelen ser asintomáticos al inicio de la enfermedad y cuando desarrollan síntomas.
- 3.** Respecto a los modelos tradicionales, utilizados frecuentemente en el campo de la medicina para la detección de cáncer colorrectal, como la sangre oculta en heces (guayaco) y la colonoscopia, estas son herramientas que han ayudado mucho a los médicos a la detección y diagnóstico del cáncer colorrectal, pero, como se pudo observar en la encuesta que se les aplicó a los profesionales de la salud, se considera que muchas veces estas herramientas no son tan confiables y existen lesiones que se pasan por alto, debido a que el médico no puede observarlas o identificarlas a la hora en que se le realiza el procedimiento al paciente, ya que existen lesiones que no son captadas a simple vista

por el ojo humano. Los métodos tradicionales funcionan, pero se podría mejorar el margen de error de estos al implementarles tecnología mucho más avanzada a estos modelos de detección.

4. Con respecto a la incidencia de cáncer colorrectal en la población costarricense, como se mencionó anteriormente, ha presentado un aumento significativo en los últimos años, donde representa el segundo cáncer más frecuente en el país; así lo reportó la Organización Mundial de la Salud. Debido a un diagnóstico tardío y la presencia de síntomas en las etapas ya avanzadas de la enfermedad, es un tipo de cáncer que, a causa de ser diagnosticado muy tardíamente, la tasa de supervivencia no es alta. Se podría educar a la población costarricense sobre esta enfermedad, poder brindarle una guía de apoyo a la población para que se informe de qué es el CCR, cuáles son los síntomas que pueden llegar a hacerse presentes en este tipo de enfermedad, cuáles son los factores a los que se encuentra expuesta, e incluso cómo podría disminuir el riesgo al desarrollo de esta enfermedad, tomando los factores modificables en la población.
5. Como se ha mencionado, los métodos de tamizaje tradicional que son utilizados en Costa Rica son la colonoscopia y otros laboratorios útiles, como el análisis de sangre oculta en heces. Estos métodos son aplicados ante sospecha de pacientes con cáncer colorrectal y, a la vez, para hacer un diagnóstico de este. Sin embargo, como se pudo observar, los avances que ha realizado la IA en diferentes campos de trabajo, incluyendo el campo de la medicina, han sido avances significativamente importantes. La aplicación de esta herramienta podría ser de gran ayuda para los profesionales en salud, ante la detección de enfermedades, una mejor facilidad diagnóstica, una herramienta terapéutica y una detección más temprana, logrando disminuir márgenes de error y, a su vez, ayudar al personal de salud con la carga laboral.
6. De acuerdo con lo mencionado en la investigación, se sabe que la inteligencia artificial cada día va en aumento y, con relación a la

elaboración de máquinas para una mejora ante la predicción de CCR, como lo son los sistemas que fueron mencionadas en el trabajo, la elaboración de modelos como lo fue el sistema ASUS EndoAim elaborado con IA; este sistema fue creado entre dos grandes empresas, ASUS e Intel, cuya función es hacer la detección de adenomas en cuestión de milisegundos. Este sistema cuenta con esta ventaja, ya que existen lesiones que para el ojo médico no pueden ser vistas ni ser diagnosticadas, estarían siendo pasadas por alto y esta podría ser una lesión que podría producir un posible CCR en el paciente a futuro. La incorporación de IA para un diagnóstico más seguro, en esta enfermedad, sería de ayuda para el profesional de la salud que lo realiza, sin dejar de lado el criterio clínico, pues sería una herramienta que ayudaría al médico a ver lesiones que este no podría visualizar en el momento del procedimiento, dejando claro que no es el sistema quien haga el trabajo de un profesional en salud, sino que este tipo de herramienta sería un tipo de guía para observar muchas veces cosas que un profesional no pueda llegar a alcanzar a ver.

Recomendaciones

1. La capacitación al personal médico es uno de los pilares fundamental en estos casos, pues puede brindarles, a los profesionales de la salud, una formación continua con respecto a la utilidad y la comprensión de los tipos de herramientas que se brindan a la hora en que se llegue a utilizar la IA en el campo de la medicina, ya que ayuda a una integración mucho más segura y más responsable a la hora de poder aplicarla en las áreas de salud.
2. La elaboración de campañas públicas que vayan dirigidas a la población en general de Costa Rica, para así poder brindarle la información y educación necesaria con respecto a la concientización sobre el cáncer colorrectal, sus factores de riesgo, síntomas, y cómo se podría prevenir y, a su vez, el impacto que tiene la IA en una detección temprana de este tipo de cáncer.
3. Elaboración de un programa piloto que pueda aplicarse en diversos hospitales, tanto públicos como privados a nivel nacional, donde se puedan estudiar los modelos preventivos que integren la IA, para poder obtener una identificación temprana de factores de riesgo a los que la población costarricense se encuentra expuesta y, así, poder estudiar su eficacia en entornos intrahospitalarios y extrahospitalarios reales.
4. Realizar una comparación de estudios, donde se ha utilizado IA avanzada, comparándola con los métodos tradicionales utilizados en el país actualmente, donde se buscaría el poder observar cuánta diferencia existe entre ambas herramientas diagnósticas para una detección temprana de cáncer colorrectal.
5. Elaborar una ficha que contenga: factores de riesgo y síntomas sobre el cáncer colorrectal, los cuales sean aplicados en las diversas áreas de salud de un primer nivel de atención, para que los profesionales de la salud puedan evaluar qué tanto de riesgo tiene el paciente en desarrollar la patología o qué tan expuesto se encuentra.

Referencias bibliográficas

1. Navarro Angarita CE. La revolución de la endoscopia al usar Inteligencia Artificial (IA): explorando nuevas fronteras. InfoSCARE [Internet]. 27 de febrero del 2024 [consultado el 26 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://revistainfoscare.com/actualidad/endoscopia-inteligencia-artificial-ia/>
2. Organización Mundial de la Salud. Cáncer colorrectal [Internet]. 11 de julio del 2023 [consultado el 26 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/colorectal-cancer>
3. Villano A. Manual MSD. Versión Profesionales. Cáncer colorrectal [Internet]. octubre de 2023 [consultado el 26 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es-cr/professional/trastornos-gastrointestinales/tumores-del-aparato-digestivo/c%C3%A1ncer-colorrectal>
4. Calva Arcos M, Acevedo Tirado MT. Revisión y actualización general en cáncer colorrectal [Internet]. enero-marzo 2009 [consultado el 05 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2009/arm091i.pdf>
5. Cáceres Fuidio G, González Flaqué N. Pólipos colorrectales. Clínicas Quirúrgicas, Facultad de Medicina Universidad de la República. Uruguay [Internet]. 2018 [consultado el 05 de junio del 2024]. Disponible en: https://www.quirurgicab.hc.edu.uy/images/Polipos_colorrectales_CQFM.pdf
6. Prieto R, Herrera A, Pérez JL, Padrón A. El modelo neuronal de McCulloch y Pitts. Interpretación comparativa del modelo. Laboratorio de Computación Adaptación. UNAM [Internet]. 22 de julio del 2020 [consultado el 17 de junio del 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Alejandro-Padron-Godinez/publication/343141076_EL_MODELO_NEURONAL_DE_McCULLOCH_Y_PITTS_Interpretacion_Comparativa_del_Modelo/links/5f18c12145851515ef419d11/EL-MODELO-NEURONAL-DE-McCULLOCH-Y-PITTS-Interpretacion-Comparativa-del-Modelo.pdf
7. Santander Universidades. Test de Turing: ¿pueden las computadoras sustituir a los humanos? [Internet]. 23 de noviembre del 2021 [consultado el

- 17 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/test-de-turing.html>
8. Pereiro Sánchez E, Diaz Grávalos JG, Gándara Quinta MC, Valera Estévez MJ, J. del Álamo AA, Casado Gorriz I. La demora diagnóstica en el cáncer colorrectal en función del medio de procedencia. Rev. Clínica de Medicina de Familia [Internet]. octubre de 2012 [consultado el 17 de abril del 2024]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2012000300005
 9. Universidad de Tulane. La inteligencia artificial detecta el cáncer colorrectal a partir del escaneo de tejidos [Internet]. 3 de noviembre del 2021 [consultado el 17 de junio del 2024]. Disponible en: <http://ingenieria.uner.edu.ar/boletin/index.php/lo-ultimo-en-cyt/723-la-inteligencia-artificial-detecta-el-cancer-colorrectal-a-partir-del-escaneo-de-tejido>
 10. Theimer S. Estudio de Mayo Clinic demuestra que la inteligencia artificial puede ayudar a predecir mejor la recurrencia del cáncer colorrectal. Mayo Clinic [Internet]. 12 de septiembre del 2022 [consultado el 17 junio del 2024]. Disponible en: <https://newsnetwork.mayoclinic.org/es/2022/09/12/estudio-de-mayo-clinic-demuestra-que-la-inteligencia-artificial-puede-ayudar-a-predecir-mejor-la-recurrencia-del-cancer-colorrectal/>
 11. Grupo Experto en Medicina Estética Oncológica (GEMEON). La inteligencia artificial detecta precursores del cáncer colorrectal [Internet]. 5 de noviembre del 2017 [consultado el 17 de junio del 2024]. Disponible en: <https://gemeon.org/redaccionmedica-comseccionesaparato-digestivola-inteligencia-artificial-detecta-los-precursores-del-cancer-colorrectal-8822/>
 12. Farmacosalud. Un innovador sistema para el diagnóstico del cáncer colorrectal aumenta en un 10% la detección de adenomas [Internet]. 2 de noviembre del 2020 [consultado el 17 de junio del 2024]. Disponible en: <https://farmacosalud.com/un-innovador-sistema-para-el-diagnostico-del-cancer-colorrectal-aumenta-en-un-10-la-deteccion-de-adenomas/>

13. Barba M. El primer médico androide se llama IA. Thinkbig [Internet]. 2018 [consultado el 17 junio del 2024]. Disponible en: <https://blogthinkbig.com/medico-androide-inteligencia-artificial>
14. Lanzagorta Ortega D, Carrillo Pérez LD, Carillo Esper R. Inteligencia artificial en medicina: presente y futuro. Gaceta Médica de México [Internet]. 2022-2023 [consultado el 17 de junio del 2024]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132022001100017&lng=es&nrm=iso&tlng=es
15. Báez Duarte JP, Chávez JJ, Chávez Cabezas V, Africano López F, Ochoa Vera M, Tovar Fierro G. Cáncer colorrectal de inicio temprano: un estudio de una población colombiana. Rev. Colombiana de Gastroenterología [Internet]. 2 de abril del 2024 [consultado el 12 junio del 2024]. Disponible en: <https://revistagastrocol.com/index.php/rcg/article/view/1065/1803>
16. Logsdon Z. Una prueba de sangre muestra potencial como forma de detectar el cáncer colorrectal inicial. City Of Hope [Internet]. 10 de agosto del 2022 [consultado el 12 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.cityofhope.org/espanol/blood-test-shows-potential-way-screen-early-onset-colorectal-cancer>
17. López Pérez RY, Ornelas Escobedo E, Tenorio Flores C, Galvis García SE, Herrera Servín AM, Flores Torres A, Pedroza Chamorro YS, Zavala Castillo CJ. Caracterización endoscópica de los tumores de recto y su asociación a la estadificación clínica de cáncer rectal [Internet]. 2020-2022 [consultado el 15 de junio del 2024]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2444-64832020000600129
18. Gómez Zuleta MA, Cano Rosales DF, Bravo Higuera DF, Ruano Balseca JA, Romero Castro E. Detección automática de pólipos colorrectales con técnicas de inteligencia artificial. Rev. Colombia. Gastroenterol [Internet]. 8 de marzo de 2021 [citado 12 de junio de 2024]. Disponible en: <https://revistagastrocol.com/index.php/rcg/article/view/471/1018>

19. Leal Omar J, Zarate Guzmán J, Peniche Moguel P, Gil Rojas N, Gutiérrez Roa A, Briones Fraga S, Gómez García T, Morones Navarrete G, Mena Contreras AA. Demografía del cáncer colorrectal en los últimos 5 años de un hospital oncológico. SciELO [Internet]. 14 febrero del 2022 [consultado el 01 de julio del 2024]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2444-64832019000600363
20. Álvarez M. Costa Rica será el primer país de Centroamérica en tener una estrategia de inteligencia artificial. UNESCO [Internet]. 28 de febrero del 2023 [consultado el 15 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/articles/costa-rica-sera-el-primer-pais-de-centroamerica-en-tener-una-estrategia-de-inteligencia-artificial>
21. La República. Cáncer colorrectal se convierte en el segundo más frecuente en Costa Rica [Internet]. 30 de agosto del 2022 [consultado el 15 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.larepublica.net/noticia/cancer-colorrectal-se-convierte-en-el-segundo-mas-frecuente-en-costa-rica>
22. Viloría González T. Tamizaje de cáncer colorrectal. Rev. Médica de Costa Rica y Centroamérica [Internet]. 2014 [consultado el 15 junio del 2024]. Disponible en: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/611/art29.pdf>
23. Marchena Rojas G. Proceso diagnóstico para la detección de cáncer de colon y recto. Rev. Enfermería Actual en Costa Rica [Internet]. octubre de 2012-marzo de 2013 [consultado el 23 de abril del 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/448/44824928005.pdf>
24. Instituto Nacional del Cáncer (NIC). ¿Qué es el cáncer? [Internet]. 5 de mayo de 2021 [consultado el 14 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es>
25. García Morón BI. Cáncer colorrectal: epidemiología. Asociación Española Contra El Cáncer [Internet]. marzo de 2024 [consultado el 14 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-colon/epidemiologia-cancer-colon>

26. Organización Mundial de la Salud. Cáncer colorrectal [Internet]. 11 de julio del 2023 [consultado el 14 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/colorectal-cancer#:~:text=El%20c%C3%A1ncer%20de%20colon%20es, enfermedad%20en%20todo%20el%20mundo.>
27. Juárez Álvarez R, Córdoba Azua G. Oficio de asesoría referente a la importancia de replantear la atención integral del cáncer en la prestación de los diferentes niveles de atención. Caja Costarricense de Seguro Social [Internet]. 2 de mayo del 2023 [consultado el 14 junio del 2024]. Disponible en: <https://www.ccss.sa.cr/arc/auditoria/informes/AS-ASALUD-029-2023.pdf>
28. American Cancer Society. ¿Qué es el cáncer colorrectal? [Internet]. 29 de junio del 2020 [consultado el 15 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-colon-o-recto/acerca/que-es-cancer-de-colon-o-recto.html>
29. Puigdemont M. Intestino delgado grueso y recto. Anatomía aparato digestivo. Red Española de Registros de Cáncer [Internet]. (s.f.) [consultado el 15 de junio del 2024]. Disponible en: <https://stage.redecan.org/storage/documents/d74e63cf-1c29-4539-adbd-4d0dc998ca74.pdf>
30. Mayo Clinic. Cáncer rectal [Internet]. 18 de mayo del 2022 [consultado el 15 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/rectal-cancer/symptoms-causes/syc-20352884>
31. American Cancer Society. Factores de riesgo del cáncer colorrectal [Internet]. 29 de enero del 2024 [consultado el 15 de junio del 2023]. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-colon-o-recto/causas-riesgos-prevencion/factores-de-riesgo.html>
32. FD Arias R, DA Armijos Q, FA Risueño V, MA Ayala P, YP Aldas V, NE Morales R, SV Toro A. Cáncer colorrectal – diagnóstico y tratamiento: revisión bibliográfica. Gastroenterología Latinoamericana. [Internet]. 2023 [consultado el 15 de junio del 2024]. Disponible en: <https://gastrolat.org/DOI/PDF/10.46613/gastrolat2023001-06.pdf>

33. CDC Cancer. La obesidad y el cáncer [Internet]. 18 de diciembre del 2023 [consultado el 15 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/cancer/es/risk-factors/obesity.html#:~:text=El%20sobrepeso%20y%20la%20obesidad%20pueden%20provocar%20cambios%20en%20el,Estos%20cambios%20pueden%20causar%20c%C3%A1ncer.>
34. CDC. Pruebas de detección del cáncer colorrectal [Internet]. febrero de 2023 [consultado el 16 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/spanish/cancer/colorectal/pdf/colorectal-cancer-screening-fact-sheet-508.pdf>
35. Ramírez Quesada W, et al. Indicadores de calidad para la realización de colonoscopia. Acta Médica Costarricense. Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica [Internet]. 23 de agosto del 2019 [consultado el 16 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v61n1/0001-6002-amc-61-01-37.pdf>
36. Goldberg MR. Estadificación del cáncer colorrectal. FIGHT colorrectal cáncer. Instituto Oncológico de la Universidad de Virginia Occidental [Internet]. 27 de enero del 2024 [consultado el 16 de junio del 2024]. Disponible en: <https://fightcolorectalcancer.org/es/frente-al-cancer-colorrectal/diagnostico/>
37. Asociación Española de Cáncer. Cáncer de recto [Internet]. 2021 [consultado el 18 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-recto>
38. Mayo Clinic. Diagnóstico del cáncer colorrectal [Internet]. 14 de noviembre del 2023. [consultado el 18 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/colon-cancer/diagnosis-treatment/drc-20353674>
39. Organización Mundial de la Salud. Cáncer colorrectal [Internet]. 11 de julio del 2023 [consultado el 18 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/colorectal->

[cancer#:~:text=El%20c%C3%A1ncer%20de%20colon%20es,enfermedad%20en%20todo%20el%20mundo](#)

40. Instituto Quirúrgico Lacy (IQL). Cáncer de colon esperanza de vida [Internet]. (s.f.) [consultado el 20 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.iqlacy.com/que-operamos/cancer-de-colon/cancer-colon-esperanza-de-vida/>
41. Laudanno OM. Cáncer colorrectal en jóvenes. Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari [Internet]. 2022 [consultado el 01 de junio del 2024]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/medba/v82n2/1669-9106-medba-82-02-289.pdf>
42. Slaughter G. Historia de la inteligencia artificial: un recorrido cronológico. Inteligencia artificial [Internet]. 26 de mayo del 2024 [consultado el 20 de junio del 2024]. Disponible en: <https://techncleo.com/historia-de-la-inteligencia-artificial/>
43. Pérez Orozco B. Inteligencia artificial. Oficina de información científica y tecnología para el congreso de la unión (INCYTU) [Internet]. marzo de 2018 [consultado el 24 junio del 2024]. Disponible en: https://www.foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU_18-012.pdf
44. Vidal Raraz J, Vidal Raraz O. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina. Revista Peruana de Investigación en Salud [Internet]. 2022 [consultado el 24 de junio del 2024]. Disponible en: <file:///C:/Users/Dell/Downloads/Dialnet-AplicacionesDeLaInteligenciaArtificialEnLaMedicina-8672828.pdf>
45. Sanofi Campus. Usos de la inteligencia artificial en la medicina y sus beneficios en la salud de los pacientes [Internet]. 10 de mayo del 2023 [consultado el 24 de junio del 2024]. Disponible en: <https://campus.sanofi.es/es/noticias/2021/inteligencia-artificial-salud>
46. HospiMedica. IA transforma la colonoscopia mejorando detección y reduciendo las tasas de no detección. Universidad Médica de Harbin (China) [Internet]. 14 de diciembre del 2023 [consultado el 26 de junio del 2024].

Disponible en: <https://www.hospimedica.es/tecnicas-quirurgicas/articulos/294799610/ia-transforma-la-colonosopia-mejorando-deteccion-y-reduciendo-las-tasas-de-no-deteccion.html>

47. Saiso García S, D'Agostino M. La inteligencia artificial en la salud pública. Organización Panamericana en Salud (OPS) [Internet]. 2021 [consultado el 26 de junio del 2024]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53887/OPSEIHIS21011_spa.pdf?sequence=5&isAllowed=y
48. Intel. Intel y ASUS ayudan a los médicos a detectar el cáncer con una solución potenciada por la IA [Internet]. 18 de julio del 2023 [consultado el 06 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/newsroom/news/intel-and-asus-help-doctors-detect-cancer-ai-boosted-solution.html#gs.b90qfu>
49. Cáceres Fuidio G, González Flaqué N. Pólipos colorrectales. Clínicas Quirúrgicas, Facultad de Medicina Universidad de la Republica Uruguay [Internet]. 2018 [consultado el 06 de junio del 2024]. Disponible en: https://www.quirurgicab.hc.edu.uy/images/Polipos_colorrectales_CQFM.pdf
50. Candelario Garrido C, Casi L. Caracterización de los pólipos en el colon en la práctica clínica y su implicación terapéutica. Palacio de Congresos y Exposiciones de Ronda [Internet]. 2021 [consultado el 01 de junio del 2024]. Disponible en: <https://www.sapd.es/documents/uploads/Presentacion-Polipos1.pdf>
51. Ruiz Tobar J, Jiménez Miramón J, Valles A, Limones M. Resección endoscópica de cáncer colorrectal temprano como único tratamiento. SciELO Rev. Española de enfermedades digestivas [Internet]. 2010 [consultado el 01 de junio del 2024]. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1130-01082010000700006&script=sci_arttext&tlng=es#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20clasificaci%C3%B3n%20de%20Par%C3%ADs,%C3%BAceras%20\(0%2DI\)c](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1130-01082010000700006&script=sci_arttext&tlng=es#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20clasificaci%C3%B3n%20de%20Par%C3%ADs,%C3%BAceras%20(0%2DI)c)

52. Márquez-Ustariz A, Guerrero-Macias S, Burgos-Sánchez R, Campillo-Pardo J, Bustos-Guerrero A, García-Mora M, Rendon-Hernández J. Actualización en la tamización de cáncer colorrectal. Rev. Colombiana de Cancerología. Artículo de revisión [Internet]. julio de 2023 [consultado el 04 de marzo del 2025]. Disponible en: <https://www.revistacancercol.org/index.php/cancer/article/download/931/908/12338>
53. Guías de la Sociedad Americana Contra el Cáncer para la detección del cáncer colorrectal. American Cancer Society [internet]. 29 de junio de 2020 [consultado el 04 de marzo del 2025]. Disponible en: <https://www.cancer.org/content/dam/CRC/PDF/Public/8930.00.pdf>
54. Blijiardi R, Morici M, Messere G, Ortiz G, Fernandez J, Varela A, Vidal J, Diaz F, Salas J, Riccheri MC. Adenocarcinoma colorrectal en niños y adolescentes. Revista de Gastroenterología Mexicana [Internet]. octubre-diciembre 2024 [consultado el 10 de marzo del 2025]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037509062400034X#:~:text=El%20c%C3%A1ncer%20colorrectal%20es%20extremadamente,a%C3%B1os1%2C%202%2C%203>.
55. Álvarez-Escobar B. Cáncer colorrectal en el adulto mayor: un reto para la salud pública. SciELO Rev. Archivo Médico de Camagüey [internet]. noviembre, 2019 [consultado el 10 de marzo del 2025]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552019000600694#:~:text=La%20probabilidad%20de%20adquirir%20c%C3%A1ncer,los%2060%20y%2075%20a%C3%B1os.

ANEXOS

Anexo A.

Autor/Abrev. Revista/Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Navarro Angarita CE / 2024.	1	La revolución de la endoscopia al usar Inteligencia Artificial (IA): explorando nuevas fronteras.	Revisión bibliográfica	5	N/A	Con respecto a la revisión bibliográfica, se puede ver cómo la IA, que está creada por el campo informático, cada día va evolucionando, pues lo que se hace es que adquiera la inteligencia humana, como lo es en procedimientos médicos, como en este caso es al endoscopio, para así poder visualizar internamente a los pacientes, permitiéndoles a los médicos ver órganos y	Se puede ver que la IA y sus avances son significativos en estos casos, con la calidad de imágenes que brinda cuando se realiza un proceso endoscópico, ya que gracias a la IA ha aumentado la mejora diagnóstica y una gran calidad en las imágenes que esta herramienta puede brindar. Gracias a estos avances, los pacientes son beneficiados para recibir un diagnóstico en una etapa temprana y, así, poder brindarles los medicamentos que sean más adecuados para ellos. La IA en la medicina ha logrado grandes avances a la hora de poder diagnosticar y tratar a un paciente a tiempo.

						<p>tejidos internos. Ahí se puede observar cómo la IA ha evolucionado con respecto a las endoscopias, ya que existe mejora de imágenes y la detección de diferentes tipos de anomalías, e incluso la creación propia de historias clínicas en tiempo real de los pacientes. Este artículo orienta al desarrollo que ha tenido la IA en la endoscopia, permitiendo poder detectar anomalías en tiempo real, que permitan la</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

						visualización de imagen y video en tiempo real. Esta tecnología da una reducción de falsos negativos y falsos positivos en los procedimientos, la identificación clara de imágenes, que permite reconocer con mejor precisión las lesiones, permite visualizar las lesiones con color, para poder analizar si existe o no cambio de coloración, entre otros avances que esto ha logrado obtener por	
--	--	--	--	--	--	---	--

						medio de la IA.	
Calva Arcos M, Acevedo Tirado MT / 2009.	4	Revisión y actualización general en cáncer colorrectal.	Revisión bibliográfica	5	N/A	Se realizó una revisión bibliográfica, donde se pudo observar la alta mortalidad que hay a nivel mundial sobre el cáncer colorrectal en ambos sexos, pero predomina en hombres. También se observan los distintos factores de riesgo que se hacen presentes ante un desarrollo de este cáncer en la población, así como los diferentes métodos diagnósticos.	En el presente estudio, se logra ver cómo los métodos diagnósticos de imagen han ayudado a diagnosticar y poder estadificar el cáncer de manera más precisa. La utilidad de estas herramientas ha mejorado el diagnóstico y no son tan invasivas para los pacientes, lo que provoca en ellos el sentir más seguridad y confianza.
Cáceres Fuidio G, González	5	Pólipos colorrectales	Revisión bibliográfica	5	N/A	La revisión bibliográfica	En el presente estudio de

<p>Flaqué N / 2018.</p>					<p>que se realizó en este artículo habla sobre la clasificación de los diferentes tipos de pólipos y síndromes que pueden presentar los pacientes, donde hay pólipos que no tienen evolución a la malignidad y otros que son altamente malignos para el desarrollo de cáncer colorrectal, así como los diferentes síndromes que puede presentar una persona, la mayoría de ellos hereditarios.</p>	<p>investigación, se logra analizar cómo se pueden observar los pólipos a través de una colonoscopia y clasificarlos según escalas, como en este caso menciona la Clasificación de París. A su vez, poder conocer las características de cada pólipo, para que el médico logre clasificarlos adecuadamente.</p>
-------------------------	--	--	--	--	--	---

<p>Universidad de Tulane / 2021.</p>	<p>9</p>	<p>La inteligencia artificial detecta el cáncer colorrectal a partir del escaneo de tejidos.</p>	<p>Revisión sistemática</p>	<p>1</p>	<p>8.803 personas</p>	<p>Para poder llevar a cabo este estudio, el doctor Deng recolectó 8.803 muestras de tejidos que tenían cáncer colorrectal de diferentes centros oncológicos de China, Alemania y EE. UU., donde se analizaron diferentes imágenes en los laboratorios, que eran complejas, y ver que estas permitían reconocer imágenes que tenían cáncer colorrectal. Con el resultado de esto, el Dr. Deng mencionó lo</p>	<p>Este estudio aún se encuentra en fase de investigación; por ende, todavía no se puede sacar al mercado para su debida utilidad, ya que se necesitó trabajar un poco más en esta herramienta. Pero como se ha desarrollado, no solamente se quiere utilizar para detección de este tipo de cáncer, sino en otros a futuro. El utilizar esta herramienta que requiere de IA puede lograr, en la medicina, el diagnosticar de manera más rápida el cáncer, y ahorrarles tiempo a los médicos.</p>
--------------------------------------	----------	--	-----------------------------	----------	-----------------------	---	---

						<p>siguiente: “Pero en última instancia, el estudio reveló que cuando usamos IA para diagnosticar el cáncer colorrectal, el rendimiento se muestra comparable e incluso mejor en muchos casos que los patólogos reales”.</p>	
Theimer S / 2022.	10	Estudio de Mayo Clinic demuestra que la inteligencia artificial puede ayudar a predecir mejor la recurrencia del cáncer colorrectal.	Estudio cuantitativo	1	6.500 imágenes	En este estudio, realizado por el doctor Rish Pai, quien es el médico patólogo de Mayo Clinic de Arizona, analizó 6.500 imágenes digitales a través del QuantCRC, el cual es un algoritmo al que se le da	Como se puede observar en el estudio que se realizó, es de gran ayuda para los médicos patólogos poder identificar y comparar de mejor manera imágenes donde muestren la presencia de cáncer colorrectal, ya que se tiene un sistema donde un código en específico es el que identifica y da la idea de frente a qué

						<p>un aprendizaje profundo para que logre identificar diferentes regiones de tumores en el cuerpo humano. En este estudio analizó 15 parámetros de imágenes con cáncer colorrectal, y él los comparó con los resultados que informó el patólogo y con los resultados de los expedientes de los pacientes. Lo que hace QuantCRC es lograr identificar diferentes regiones que están dentro del tumor que</p>	<p>cáncer se está enfrentando el paciente, logrando los médicos identificarlo con un algoritmo avanzado que utiliza IA, ayudando, a su vez, a la recurrencia del CCR.</p>
--	--	--	--	--	--	---	---

						el paciente tiene, y este extrae datos cuantitativos de las regiones del tumor, y el algoritmo convierte una imagen en un conjunto de números que ya son únicos para cada tumor en específico.	
Lanzagorta Ortega D, Carrillo Pérez LD, Carillo Esper R / 2022-2023.	14	Inteligencia artificial en medicina: presente y futuro.	Revisión bibliográfica	5	N/A	En esta investigación de revisión bibliográfica, se menciona la importancia de lo que es implementar la IA en la medicina, ya que es de gran ayuda implementar esta herramienta para ayudar a los médicos. Esta herramienta	En esta investigación, aún se debe profundizar y estandarizar en el área de la medicina, para permitir el mejoramiento de la evidencia científica, poder ver cuáles son las ventajas, riesgos, para poder implementar la herramienta en la medicina actual. Como profesionales de la salud, deben tener presente que el implementar la IA en el campo de la medicina cada día va a ser utilizado en esta

						<p>de IA beneficia a los pacientes, dándoles seguridad, autonomía y una atención oportuna a aquellos que tienen difícil acceso a los servicios de salud. La IA ofrecerá a los pacientes seguridad, autonomía y posibilidad de atención en zonas de difícil acceso y, a la vez, se les disminuirá la carga administrativa a los médicos, así como el tiempo en que estos se encuentran frente a una pantalla, y lo más importante es lograr disminuir el agotamiento</p>	<p>área y, de este modo, pueden ver las ventajas de esta herramienta, que les brinda a los médicos los avances que se han logrado tener en la medicina y, a su vez, lo que se quiere lograr es tener más relación entre el médico y el paciente.</p>
--	--	--	--	--	--	---	--

						en los profesionales de la salud, para así poder evitar erróneos diagnósticos y mejorar la empatía médico-paciente en este ámbito.	
Báez Duarte JP, Chávez JJ, Chávez Cabezas V, Africano López F, Ochoa Vera M, Tovar Fierro G / 2024.	15	Cáncer colorrectal de inicio temprano: un estudio en una población colombiana.	Estudio de cohorte transversal	1	10.708 colonoscopias	Con respecto al estudio de cohorte transversal que realizó la Rev. Colombiana de Gastroenterología, cuando se hizo un estudio sobre el cáncer colorrectal en una parte de población latinoamericana, se evidencia el desarrollo de cáncer colorrectal en una edad temprana en pacientes con una edad	Como se llegó a la conclusión de que el CCR está siendo una problemática en la salud pública, se sabe que gracias a los tamizajes y prevención de este tipo de cáncer ha disminuido, pero la aparición antes de los 50 años lamentablemente ha aumentado a nivel mundial, tornándose en una problemática para la salud pública de los ciudadanos Este estudio logró mostrar que el 14,7% de aquellos a quienes se les encontró CCRIT fue el de una población menor a los 50 años y, debido al aumento de casos

					<p>menor a los 50 años, donde se hicieron un total de 10.708 colonoscopias en el transcurso de los años 2016-2021.</p> <p>Ahí se incluyeron al estudio pacientes mayores de 18 años sin antecedentes de CCR, tomándose en cuenta factores de riesgo de fondo; se obtuvieron 538 casos de CCR novo, donde 77 pacientes de estos fueron menores de 50 años, y la principal zona anatómica del desarrollo de este</p>	<p>de CCRIT, se menciona que la mejor manera es cambiar el abordaje de este tipo de cáncer, para dar una mejor prevención y detección más temprana de esta neoplasia.</p>
--	--	--	--	--	--	---

						cáncer fue rectal.	
Gómez Zuleta MA, Cano Rosales DF, Bravo Higuera DF, Ruano Balseca JA, Romero Castro E / 2021.	18	Detección automática de pólipos colorrectales con técnicas de inteligencia artificial.	Revisión sistemática	1	1.875 personas	En el estudio realizado, se sabe que el CCR es una de las principales neoplasias en Colombia, pero no solo en este país, sino actualmente es a nivel mundial el aumento de casos por CCR. Se realizaron estudios tradicionales de colonoscopia s, donde se pudo observar un 25% de pólipos adenomato- sos. Sin embargo, este tipo de lesiones no es fácil de poder observar, ya	Gracias a este estudio que se realizó, se logra observar que este método donde se utiliza IA logra detectar los pólipos de una manera sobresaliente, cuando logra superar la alta variabilidad de lesiones detectadas, obteniendo una sensibilidad muy alta, incluso superando a un gastroenterólogo experto en colonoscopias, ya que, gracias a este método utilizado de IA, podría disminuir el error humano, lo cual es uno de los principales factores que hace el no detectar a tiempo los pólipos y se pasen por alto, como sucede en muchos de los casos, cuando el médico hace las colonoscopias.

						<p>que se pueden llegar a presentar en puntos ciegos a nivel de colon, o puede existir un error del médico, quien pase por alto la lesión. El objetivo de este estudio fue crear un modelo de computación, en el que se utilizara IA para una detección automática de pólipos colorrectales. Se recopilaron 1.875 casos de cinco bases de datos en un hospital universitario, donde se obtuvo: 0,77% exactitud; 0,89%</p>	
--	--	--	--	--	--	---	--

						sensibilidad; 0,71% especificidad; 0,87% de curva ROC (Receiver Operating Characteristic).	
Leal Omar J, Zarate Guzmán J, Peniche Moguel P, Gil Rojas N, Gutiérrez Roa A, Briones Fraga S, Gómez García T, Morones Navarrete G, Mena Contreras AA / 2022.	19	Demografía del cáncer colorrectal en los últimos 5 años de un hospital oncológico.	Estudio retrospectivo, descriptivo de cohorte.	1	7.302 personas	Según lo mencionado en el estudio que se realizó en la Ciudad de México, el cáncer colorrectal a nivel mundial es una problemática, pero en este país no se sabe bien la epidemiología que causa el desarrollo de esta neoplasia. Respecto a ello, realizaron un estudio en un Hospital Oncológico	Como resultados, el Hospital Oncológico reportó que se obtuvo un alto porcentaje de neoplasia encontrada en esta población, indicando que los síntomas gastrointestinales, como el dolor abdominal y la rectorragia, deben ser abordados por los profesionales de la salud con más profundidad. Algo que se notó también, sumamente alarmante, es que casi la mitad de pacientes diagnosticados se encontraban en una etapa incurable; ello también es algo que pone en alerta a la población, porque, de

					<p>del Centro Médico Nacional Siglo XXI de IMSS, donde se analizaron 7.302 colonoscopias en los últimos cinco años, del 2014-2019: de las 7.302 colonoscopias, 3,436 fueron positivas para CCR, al tomar en cuenta ambos sexos y una edad promedio de 60 años, donde el 21% de la población estudiada fue menor a los 50 años y el 96,1% de los pacientes recibieron un resultado de adenocarcinoma. Y se tomaron en</p>	<p>los diagnósticos, una gran cantidad de ellos fue en población menor a los 50 años de edad. Por eso, se debe tomar en cuenta que este tipo de neoplasia ha aumentado su incidencia y, por ende, se debe mejorar el abordaje, pudiendo prevenirla y tratar a tiempo a los pacientes, implementando en el sector salud mejores métodos diagnósticos ante ella.</p>
--	--	--	--	--	--	--

						<p>cuenta múltiples factores de riesgo, a los que los pacientes hubieran estado expuestos.</p>	
<p>Marchena Rojas G / 2012-2013.</p>	23	<p>Proceso diagnóstico para la detección de cáncer de colon y recto.</p>	<p>Revisión bibliográfica</p>	5	N/A	<p>Según este artículo que se realizó en la población costarricense, se menciona cómo es el proceso diagnóstico para la detección de cáncer de recto y colon en el país. Viales, Villalobos y Vargas mencionan que, en el 2008, el cáncer es uno de los problemas más importantes que tiene la salud pública</p>	<p>Se llega a la conclusión de que Costa Rica no tiene una práctica clínica específica para el diagnóstico, manejo y tratamiento de cáncer de colon y recto, para poder darles mejor calidad de sobrevivencia a estos pacientes, e incluso en algunos casos poder curar la patología. Lamentablemente, en la población costarricense el cáncer de colon cada día va más en aumento y, desafortunadamente, cuando se logra diagnosticar, la mayoría de estos se encuentran en una etapa avanzada. Por este motivo, es que Costa Rica debe</p>

						<p>de Costa Rica. En la década de los años noventa, la incidencia de este tipo de cáncer aumentó significativamente. En el 2003 se colocó como el quinto lugar de neoplasias malignas, convirtiéndose en el cuarto cáncer con mayor mortalidad en ambos sexos, y los principales factores de riesgo son lo no genéticos. En Costa Rica, los síntomas son los que orientan a un protocolo para el cáncer colorrectal.</p>	<p>crear métodos o estrategias implementando programas de prevención ante este tipo de cáncer, creando una guía diagnóstica y de manejo y tratamiento para disminuir la incidencia de casos de esta enfermedad y, así, poder dar un diagnóstico temprano.</p>
--	--	--	--	--	--	--	---

						<p>En el estudio que se realizó en el 2012-2013, se menciona que las estadísticas de este tipo de cáncer tenían 10 años de no ser actualizadas, manifestando que también la falta de capacitación e interés de medidas de prevención en la población influyen en la falta de un buen manejo ante estos pacientes, aumentando la morbilidad y mortalidad de los pacientes que presentan esta patología. En dicho estudio</p>	
--	--	--	--	--	--	---	--

						<p>se menciona cómo Holanda (hoy Países Bajos) creó una guía para saber cómo llevar a cabo esta patología, donde el paciente debe pasar por: colonoscopia, TAC, colonoscopia virtual, enema con bario, colonografía por RM, entre otras evaluaciones. Como bien se sabe, Holanda (hoy Países Bajos) es un país desarrollado, tiene recurso humano e infraestructura adecuada para poder detectar esta</p>	
--	--	--	--	--	--	---	--

						neoplasia de forma temprana. En cambio, Costa Rica sí tiene métodos tecnológicos avanzados, pero lo que se dificulta es la capacitación humana para un diagnóstico oportuno y una infraestructura adecuada.	
Juárez Álvarez R, Azua Córdoba G / 2023.	27	Oficio de asesoría referente a la importancia de replantear la atención integral del cáncer en la prestación de los diferentes niveles de atención.	Revisión bibliográfica	5	N/A	En este artículo, se menciona que el cáncer en general es un problema a nivel mundial, y Costa Rica no es la excepción en estos casos, ya que este tipo de patología es muy complejo	Es importante lograr ver que el cáncer de cualquier tipo tiene su complejidad, y que muchos de estos son diagnosticados tardíamente. Sin embargo, la institución hace lo posible por nuevas estrategias para poder mejorar un diagnóstico más temprano, y tratar de mejor manera a los pacientes brindándoles

					<p>para poder tratar. En Costa Rica hay tres tipos de cáncer que aumentan la mortalidad, tomando el primer lugar con un 14,5% el cáncer de próstata; 12,4% cáncer de mama; y como tercer lugar, con un 9,6%, el cáncer de colon en la población de ambos sexos. Se establecen indicadores para poder mejorar la detección de este tipo de patologías, donde la CCSS, desde el año 2009, declaró que el cáncer es una prioridad</p>	<p>opciones de tratamiento y, así, poder mejorar la calidad de sobrevivencia en estos casos. Otro tema sumamente importante es el de las listas de espera que la CCSS tiene, ya que en esta patología las listas de espera son limitadas y el personal de salud debe reforzar e incrementar estrategias en este tipo de patologías.</p>
--	--	--	--	--	--	---

						<p>en las instituciones nacionales. El fin es poder fortalecer el abordaje, mejorar estrategias para una detección temprana, brindar un seguimiento y rehabilitación para estos pacientes, tener un mejor recurso humano de equipo e infraestructura para tratar a estos pacientes, y lograr adquirir nueva tecnología y tratamientos, para poder ser aprovechados para la</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

						necesidad de la población.	
American Cancer Society / 2024.	31	Factores de riesgo del cáncer colorrectal.	Revisión bibliográfica	5	N/A	Con respecto a la información obtenida, se pueden estudiar y analizar los factores de riesgo a los que se encuentra expuesta la población ante un posible desarrollo de cáncer colorrectal, siendo un cáncer en los últimos años con más aumento de casos a nivel mundial y mortalidad. Se puede observar que son múltiples los factores de riesgo, desde factores que son	En estos casos, se debe incentivar a la población para que tenga un conocimiento de este tipo de factores de riesgo que pueden llevar a un posible desarrollo de cáncer colorrectal y, así, poder evitarlos, ya que, con este tipo de cáncer, en los últimos años se ha obtenido a nivel mundial un aumento de casos alarmante, causando la muerte en la población de manera significativa, con cifras sumamente elevadas.

						<p>modificables como los hábitos alimenticios, la actividad física, el sedentarismo, entre otros. Y, por otra parte, están los que no pueden ser modificados, como los que son de causa genética, la edad, el sexo, entre otros.</p>	
<p>FD Arias R, DA Armijos Q, FA Risueño V, MA Ayala P, YP Aldas V, NE Morales R, SV Toro A / 2023.</p>	32	<p>Cáncer colorrectal – diagnóstico y tratamiento: revisión bibliográfica.</p>	<p>Revisión bibliográfica</p>	5	N/A	<p>Según la revisión bibliográfica que se realizó en una universidad de Ecuador, se menciona que el cáncer colorrectal es el tercer tipo de cáncer más frecuente a nivel mundial, a</p>	<p>Respecto a la incidencia de este tipo de cáncer, se encuentra como el tercer tipo más frecuente a nivel mundial, siendo alarmantes los casos, estando relacionado como la segunda causa de muerte de pacientes por CCR. Con respecto al estadio, lamentablemente muchos de los casos se encuentran en una</p>

						<p>pesar de que se han implementado mejoras ante el manejo de su diagnóstico y tratamiento, ya que todo indica que el desarrollo de este tipo de cáncer va muy de la mano con los malos hábitos alimentarios que las personas tienen, el consumo de tabaco, los factores genéticos, las enfermedades de fondo, como la Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII) y el desarrollo de pólipos a nivel de colon. Se</p>	<p>etapa ya avanzada, donde el pronóstico y la sobrevida no son datos muy positivos para los pacientes, ya que el estudio del cáncer determina el pronóstico y la supervivencia del paciente y, dependiendo de esto, se dirige a cuál tratamiento es el más adecuado para los pacientes. Se debe tomar en cuenta que el seguimiento de estos pacientes con diagnóstico de CCR se debe dar de modo frecuente y minucioso.</p>
--	--	--	--	--	--	---	--

						<p>debe tener presente que este tipo de CCR es el cáncer más maligno a nivel del tracto gastrointestinal, siendo el segundo cáncer con mayor mortalidad en ambos sexos, prevaleciendo en una edad de 60-75 años, pero actualmente se logra diagnosticar en edades más tempranas, debido a factores de riesgo que presenta la población joven, como: obesidad, sedentarismo, tabaquismo, entre otros.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

						<p>Existen múltiples factores de riesgo que llevan a una persona al desarrollo de este tipo de cáncer. El pronóstico depende de la localización donde se encuentre la neoplasia; esto es indicado por los síntomas que el paciente presente. Las neoplasias de mejor pronóstico se encuentran en el colon izquierdo, mientras que las de peor pronóstico se encuentran en el colon derecho. Con respecto al diagnóstico, hay</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

						diferentes pruebas diagnósticas y, al observar un pólipo, se deben analizar sus características y se deben organizar según la clasificación TNM.	
Ramírez Quesada W, Vargas Madrigal J, Alfaro Murillo O, Umaña Solís E, Campos Goussen C, Alvarado Salazar M, Madrigal Méndez A, Moreno Araya J, Gutiérrez Ramírez C / 2019.	35	Indicadores de calidad para la realización de colonoscopia.	Revisión bibliográfica	5	N/A	Respecto a una guía del Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica, mencionaron algunos indicadores de calidad que son útiles para la realización de colonoscopias, ya que esta prueba es utilizada en el país como tamizaje esencial de cáncer	Se deben tomar en cuenta los indicadores que se mencionaron, tomando en consideración los tres principales: que la Tasa De Adenomas (TDA) sea superior al 25%; la intubación cecal mayor al 95%; y el uso de intervalos adecuados para tamizaje de CCR. Estos tres indicadores son prioritarios, por lo que deben ser evaluados estrictamente, y la realización de colonoscopias debe ser hecha por un profesional altamente

						<p>colorrectal, y la efectividad de esta prueba depende de muchos factores de cómo es la preparación, cómo realiza el médico la prueba, cómo se encuentra el colon del paciente, entre otros. Se mencionan varios indicadores para realizar colonoscopias, como: alteraciones en los estudios de imagen, sangrado digestivo bajo, tamizaje en pacientes mayores de 50 años, pacientes con</p>	<p>capacitado, quien en estos casos es el gastroenterólogo, para poder reducir la incidencia y mortalidad de este cáncer.</p>
--	--	--	--	--	--	---	---

						<p>antecedentes de CCR, tamizaje con displasia y pacientes con diarrea crónica. Se buscó, con estos indicadores, el poder disminuir los procedimientos innecesarios que tuvieran una indicación inadecuada, tomando en cuenta que la colonoscopia solamente la puede realizar un profesional calificado, como el gastroenterólogo y con experiencia en el campo, explorando el colon en su totalidad.</p>	
--	--	--	--	--	--	---	--

<p>Instituto Quirúrgico Lacy (IQL) / (s.f.)</p>	<p>40</p>	<p>Cáncer de colon esperanza de vida.</p>	<p>Revisión bibliográfica</p>	<p>5</p>	<p>N/A</p>	<p>Se menciona que, gracias a una detección más temprana y el avance de las cirugías colorrectales, en la actualidad la esperanza de vida de un paciente con cáncer colorrectal se ha incrementado significativamente en España. Ahí el 54% de pacientes que sufren de CCR están teniendo una supervivencia de más de cinco años. En estos casos, no se toma en cuenta la edad del paciente, ni el tipo de</p>	<p>Como se observa, se clasifica en cuatro estadios, donde el estadio A y el B tienen un excelente pronóstico de sobrevida a cinco años en los pacientes, pero, como se puede observar, la detección precoz de CCR ha logrado que la esperanza de vida de los pacientes ha ido aumentando, y se debe brindar el mejor tratamiento en cada estadio en el que el paciente se encuentre, así que detectar a tiempo este tipo de cáncer podría salvar muchas vidas.</p>
---	-----------	---	-------------------------------	----------	------------	--	---

						tumor ni la fase en la que se encuentra.	
Laudanno OM / 2022.	41	Cáncer colorrectal en jóvenes.	Revisión bibliográfica	5	N/A	La importancia de este artículo es que se pudo estudiar la población joven, donde el CCR también se está haciendo presente en esta población, debido a tres factores de suma importancia en los jóvenes, que son: el tipo de alimentación que en la actualidad se tiene; la exposición temprana a los antibióticos; y los cambios que recibe la	Se le debe mostrar, a la población más joven, que el desarrollo de esta neoplasia se está haciendo presente en una población sumamente joven, debido a algunos factores que pueden cambiar y modificar en su vida diaria, para poder disminuir las estadísticas tan alarmantes que está teniendo este cáncer en la actualidad. Y que la mortalidad de este cáncer es lamentablemente alta, donde, en la población, a nivel mundial se debe dar a conocer a qué se encuentran las

						microbiota intestinal de ellos, llevándolos a un posible desarrollo de CCR en etapas mucho más tempranas, en comparación con las edades en que suele hacerse presente este tipo de cáncer, llevando a un aumento de incidencia.	
Pérez Orozco B / 2018.	43	Inteligencia artificial.	Revisión bibliográfica	5	N/A	Se puede observar que hoy en día la IA en la medicina es una herramienta sumamente importante; no solamente en la medicina, sino en varios campos de	Las habilidades y avances en diferentes campos, que ha logrado tener esta herramienta, han sido logros admirables. Lo que ha sido el desarrollo de la IA ha logrado avanzar, gracias a las herramientas tecnológicas, financieras y humanas, en la actualidad. Existen

					<p>diferentes profesiones. En este caso, la IA ayuda a los médicos con las imágenes médicas, como los rayos X, cómo es ayudar a los médicos con un diagnóstico de una patología, cómo tratar, e incluso cómo prevenirla, la creación de diferentes medicamentos para diversas patologías. La IA para los médicos es una herramienta fundamental en la actualidad, siendo una herramienta que aporta transparen-</p>	<p>avances sumamente importantes con la IA en las ramas como: agricultura, manufactura, medicina, educación, vehículos autónomos y entretenimiento, siendo para la humanidad de gran ayuda esta herramienta.</p>
--	--	--	--	--	---	--

						<p>cia y honestidad y, aunque exista un mínimo margen de error en algunas circunstancias, cada día se trabaja más en esto para poder disminuirlo.</p>	
Raraz Vidal J, y Raraz Vidal O / 2022.	44	Aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina.	Revisión bibliográfica	5	N/A	<p>Los avances que ha tenido la implementación de la IA en la medicina han sido impresionantes, ayudando a los profesionales de la salud, en la actualidad, a través de herramientas que tienen utilización de IA, a diagnosticar</p>	<p>Como se puede observar no se tiene duda de que la IA en la medicina ha dado un impacto positivo para los profesionales de la salud, ayudándolos en el área de detección, prevención, diagnóstico y tratamiento a un paciente, donde esta herramienta tecnológica ayuda en todas las especialidades médicas como por ejemplo a los gastroenterólogos en colonoscopias o a los</p>

					<p>enfermedades que se les dificultan a los médicos. Como se sabe, la IA se empezó a hacer presente en la industria de la medicina en los años cincuenta, y de ahí en adelante ha venido creciendo significativamente. Y, en la actualidad, los sistemas que utilizan la IA son capaces de poder analizar algoritmos complejos y autoaprendizaje, donde se ve que se está ingresando a una nueva era de la</p>	<p>cardiólogos con las herramientas para poder aplicar registros eléctricos del corazón del paciente, esto y más gracias a la incorporación de IA en procedimientos médicos.</p>
--	--	--	--	--	--	--

						tecnología en el área de la medicina, cuando la IA se puede utilizar y poner en práctica en la clínica, por medio de modelos de evaluación de riesgos, con el fin de poder mejorar la precisión del diagnóstico ante una enfermedad y la eficiencia del flujo de trabajo del profesional de salud, ayudándolo con el agotamiento que él pueda sentir.	
Saiso García S, D'Agostino M / 2021.	47	La inteligencia artificial en la salud pública.	Revisión bibliográfica	5	N/A	Ante todo, se debe tener presente, como se menciona en este artículo, que el utilizar	Se debe tomar en cuenta que la IA es de gran ayuda para los médicos, pero nunca se debe permitir que esta herramienta no cumpla con los

						<p>IA en la salud pública debe tener consideraciones técnicas y éticas en todo momento, con el fin de minimizar el riesgo ético, donde se mencionan ocho principios importantes que se deben tener en cuenta, siempre poniendo la seguridad del paciente y la calidad de atención, respaldando pruebas registradas en un sistema, valoradas por un profesional de la salud. Algo de suma importancia,</p>	<p>principios éticos que un médico debe tener; se deben respetar siempre todos los derechos que tiene un paciente, teniendo en cuenta siempre que la seguridad del paciente en todos los aspectos es lo principal en una atención de salud, en estos casos, y el respeto a resguardar los datos que se le brindan al paciente.</p>
--	--	--	--	--	--	---	--

						<p>a la hora de incluir la IA en la salud pública, es que se debe tener presente la ética médica, ante todo, teniendo en cuenta los cuatro principios éticos que se deben cumplir: beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia; esto de la mano con los derechos humanos, como son: dignidad, respeto, libertad, salud, privacidad, entre otros.</p>	
Intel / 2023.	48	Intel y ASUS ayudan a los médicos a detectar el cáncer con una	Revisión bibliográfica	5	N/A	La unión de estas dos grandes empresas ha logrado dar	Gracias a esta herramienta creada por ASUS e Intel, es probable que los diagnósticos de CCR

		solución potenciada por la IA.				<p>en la medicina un avance de suma importancia en lo que respecta al CCR, creando un sistema que permita a los médicos poder observar pólipos que el ojo humano no puede ver o pasa por alto, donde esta herramienta que utiliza IA los detecta y los clasifica en cuestión de milisegundos. Se menciona, en el estudio, que esta herramienta no busca reemplazar a los profesionales de la salud, sino lo que</p>	<p>se puedan llevar a cabo en una etapa más temprana, para aumentar la sobrevida de los pacientes, ya que la eficacia de esta herramienta con IA es sumamente alta. Se menciona que aún falta poder modificar con más precisión esta herramienta; por ende, aún no se ha sacado al mercado y solamente se encuentra, en la actualidad, en cinco centros médicos de Taiwán.</p>
--	--	--------------------------------------	--	--	--	---	--

						busca es ser de gran ayuda para los profesionales de la salud, ayudándolos a diagnosticar pólipos que ellos no pueden ver, ayudarlos a clasificarlos de manera más rápida y, así, poder disminuir la carga y el agotamiento del médico.	
--	--	--	--	--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B.

Instrumento de aplicación para la obtención de resultados

1. Seleccione su género:

- A. Masculino
- B. Femenino
- C. Otro

2. Selección el rango de edad en el que se encuentra:

- A. De 20-30
- B. De 30-40
- C. De 40-50
- D. De 50-60
- E. De 60-70
- F. Mayor a 70 años

3. Área de la medicina en la que se especializa:

- A. Médico general
- B. Gastroenterólogo
- C. Cirujano
- D. Medicina Interna
- E. Pediatría
- F. Geriatria
- G. Dermatología
- H. Medicina Familiar
- I. Gineco-Obstetricia
- J. Reumatología
- K. Medicina de Emergencias
- L. Otro

4. ¿Actualmente es usted trabajador activo de algún Centro Médico del país?

- A. Sí
- B. No

- 5. Si su respuesta anterior fue no, continúe con la pregunta número 9.**
¿Trabaja actualmente para la Caja Costarricense de Seguro Social o labora en el sector privado?
- a. Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS)
 - b. Sector privado
 - c. Ambos
- 6. ¿En qué provincia del país labora la mayor parte del tiempo?**
- a. San José
 - b. Alajuela
 - c. Cartago
 - d. Heredia
 - e. Guanacaste
 - f. Puntarenas
 - g. Limón
- 7. ¿Labora actualmente en alguno de los siguientes centros hospitalarios? Si su respuesta es sí, indique cuál; si es no, marque Otro**
- a. Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia
 - b. Hospital San Juan de Dios
 - c. Hospital México
 - d. Hospital San Vicente de Paúl
 - e. Hospital San Rafael
 - f. Hospital Monseñor Sanabria Martínez
 - g. Hospital Dr. Tony Facio Castro
 - h. Hospital Dr. Max Peralta Jiménez
 - i. Hospital Dr. Enrique Baltodano Briceño
 - j. Hospital Nacional de Niños
 - k. Otro
- 8. ¿Cuántos años de experiencia tiene ejerciendo la medicina?**
- A. Menos de 1 año
 - B. De 1 a 5 años
 - C. De 5 a 10 años

- D. De 10 a 15 años
 - E. Más de 15 años
- 9. ¿Cuenta usted con algún grado de conocimiento sobre el tema de inteligencia artificial?**
- A. Nada
 - B. Poco
 - C. Bastante
 - D. Mucho
- 10. ¿Conoce sobre algún avance que haya ocurrido en el campo de la medicina, que involucre a la inteligencia artificial en los últimos 5 años?**
- A. Sí
 - B. No
- 11. ¿Considera que el uso de la inteligencia artificial ha sido de gran ayuda en el avance de la medicina en los últimos años?**
- A. Nada
 - B. Poco
 - C. Bastante
 - D. Mucho
- 12. ¿Cuál es su grado de satisfacción acerca del uso de la inteligencia artificial en el campo de la medicina?**
- a. Totalmente insatisfecho
 - b. Insatisfecho
 - c. Algo satisfecho
 - d. Satisfecho
 - e. Totalmente satisfecho
- 13. ¿Se encuentra usted informado de si se ha producido un aumento en la incidencia de cáncer colorrectal en los últimos años en Costa Rica?**
- A. Nada
 - B. Poco
 - C. Bastante
 - D. Mucho

- 14. Como profesional de salud, ¿considera usted que el tamizaje que se da en la actualidad para la detección de cáncer colorrectal es confiable para un diagnóstico en etapas tempranas de la enfermedad?**
- A. Totalmente en desacuerdo
 - B. En desacuerdo
 - C. Me es indiferente
 - D. De acuerdo
 - E. Totalmente de acuerdo
- 15. ¿Considera usted que se deban buscar más formas para mejorar la detección temprana de cáncer colorrectal, aparte del tamizaje tradicional que se da actualmente en el país?**
- a. Totalmente en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Me es indiferente
 - d. De acuerdo
 - e. Totalmente de acuerdo
- 16. ¿Considera que la inteligencia artificial pueda ayudar a un diagnóstico de cáncer colorrectal en una etapa más temprana de la enfermedad?**
- a. Totalmente en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Me es indiferente
 - d. De acuerdo
 - e. Totalmente de acuerdo
- 17. Como especialista en el campo de la medicina, ¿piensa que la colonoscopia, la cual es el estudio de tamizaje que se utiliza principalmente en el país para el cáncer colorrectal, sea lo suficientemente viable para un diagnóstico temprano de la enfermedad?**
- a. Totalmente en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Me es indiferente

- d. De acuerdo
 - e. Totalmente de acuerdo
- 18. Como profesional del área de la salud, ¿piensa usted que, si en las colonoscopias se utilizara inteligencia artificial, esto ayudaría a obtener más un diagnóstico más temprano de la enfermedad?**
- a. Totalmente en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Me es indiferente
 - d. De acuerdo
 - e. Totalmente de acuerdo
- 19. ¿Conoce usted sobre alguna guía de tamizaje de cáncer colorrectal que se encuentre actualizada en el país?**
- A. Sí
 - B. No
- 20. ¿Qué mejoras cree usted, como profesional de la salud, que se deberían hacer tanto en el sector público como en el privado, para poder diagnosticar a un paciente con CCR en una etapa temprana?**
- A. Saber identificar factores de riesgo de CCR en un primer nivel de atención
 - B. Realizar colonoscopias en población joven con factores de riesgo
 - C. Extirpar todos los pólipos que se encuentre, a través de la realización de una colonoscopia
 - D. Implementar un protocolo ante la sospecha de CCR
 - E. Brindarles en la consulta a los pacientes una guía de posibles factores de riesgo de desarrollo de CCR, y que este tenga una puntuación
 - F. Que los médicos se capaciten de mejor manera para poder identificar posibles sospechas de factores de riesgo de esta enfermedad.
- 21. ¿Considera usted que muchas veces es frecuente que los médicos, cuando realizan una colonoscopia completa, pasan por alto lesiones precancerosas, debido a que no las pueden reconocer y no tienen un sistema que los pueda ayudar a detectar esas lesiones?**
- A. Muy frecuente

B. Regularmente frecuente

C. Poco frecuente

22. Con respecto a los pacientes que desarrollan cáncer colorrectal, usted como profesional de la salud, ¿cuáles cree que son las banderas rojas más frecuentes que hacen a los médicos sospechar la presencia de esta enfermedad en un primer nivel de atención?

A. Antecedentes heredofamiliares

B. Antecedentes antiguos de colonoscopia con presencia de pólipos colorrectales

C. Pérdida de peso sin motivo aparente

D. Melena o rectorragia

E. Análisis de laboratorio con sangre oculta en heces

F. Dolor abdominal crónico o inflamación abdominal frecuente

G. Cambios en los hábitos intestinales

H. Cambios en los hábitos defecatorios

I. Enfermedad intestinal inflamatoria (EII)

23. Como profesional de la salud, debido a la experiencia con la que usted cuenta, ¿cuáles cree usted que pueden ser factores por los que existe una demora por parte de los pacientes a la hora de consultar?

A. Desconocen los síntomas de la enfermedad

B. Personas que no se preocupan por lo que sienten y lo pasan por alto

C. Se avergüenzan por consultar

D. Personas que se les dificulta movilizarse a un centro de salud, por el lugar donde viven

E. No saben sobre la enfermedad

F. Desconocen los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos para el desarrollo de cáncer colorrectal

24. Seleccione la respuesta que cree usted que son las correctas: ¿Qué factores cree usted como profesional que pueden estar involucrados en un diagnóstico tardío de CCR?

- A. Inexperiencia o poco conocimiento por parte de los médicos a la hora de evaluar a un paciente
 - B. Falta de información de esta enfermedad hacia la población
 - C. Falta de un protocolo de la enfermedad en el primer nivel de atención
 - D. Falta de interés de conocer sobre la enfermedad
 - E. Una inadecuada atención hacia los pacientes
- 25. ¿Qué estudios diagnósticos considera usted que deberían ser los principales que un médico de primer nivel de atención debería enviarle a un paciente con sospecha de CCR?**
- A. Sangre oculta en heces (guayaco)
 - B. Hemograma completo
 - C. Exámenes radiológicos
 - D. Referir a gastroenterología para realizar una colonoscopia de inmediato
- 26. ¿Está usted de acuerdo que la elaboración de una guía para la detección de cáncer colorrectal, sea adecuado y esta contenga?: ¿prevención, factores de riesgo y síntomas que la enfermedad provocaría en las personas, para que así los pacientes tengan la facilidad de adquirirlas en las consultas de un primer nivel de atención e incluso en los servicios de emergencias de los hospitales?**
- a. Totalmente en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Me es indiferente
 - d. De acuerdo
 - e. Totalmente de acuerdo
- 27. Como profesional en el área de la salud, ¿cree usted que es importante mejorar el tamizaje de cáncer colorrectal con el que cuenta en el país actualmente, incorporando inteligencia artificial que pueda ayudar a los gastroenterólogos a identificar con mayor precisión los pólipos cancerígenos que no son visibles para los médicos cuando realizan el abordaje habitual?**
- A. No es importante

- B. Poco importante
- C. Algo importante
- D. Importante
- E. Muy importante