



ARTÍCULO REVISIÓN

Diagnóstico del cáncer avances en métodos moleculares y de imagen para una detección temprana

Cancer diagnostics advances in molecular and imaging methods for early detection

Ricardo Alexander Carrillo-Ruiz¹✉, Stiven Paul Guevara-Hernández¹, Alvaro Paul Moina-Veloz ¹

¹Universidad Regional Autónoma de los Andes. Facultad de Medicina. Ambato. Ecuador

Recibido: 21 de abril de 2025
Aceptado: 23 de abril de 2025
Publicado: 25 de abril de 2025

Citar como: Carrillo-Ruiz RA, Guevara-Hernández SP, Moina-Veloz AP. Diagnóstico del cáncer avances en métodos moleculares y de imagen para una detección temprana. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2025 [citado: fecha de acceso]; 29(2025): e6745. Disponible en: <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/6745>

RESUMEN

Introducción: el cáncer es la multiplicación rápida de células anormales que se extienden más allá de sus límites habituales y pueden invadir partes adyacentes del cuerpo o propagarse a otros órganos, en un proceso que se denomina metástasis. La extensión de las metástasis es la principal causa de muerte por la enfermedad. Existen distintos métodos de diagnóstico del cáncer, pero en esta investigación nos centraremos en los métodos moleculares y de imagen.

Objetivo: analizar los avances en el diagnóstico molecular y de imagen del cáncer.

Métodos: análisis de artículos originales y revisiones bibliográficas previamente realizadas que aportaron una información sobre los avances de en el diagnóstico molecular y de imagen del cáncer, además se priorizó la búsqueda de información en diferentes bases de datos como Scielo, Elsevier, PubMed, Chroane, Epistemonikos, y diferentes revistas entre ellas Seimic, Medigraphic Artemisa, Recimundo, SCIENCE, MEDICRIT.

Desarrollo: se destaca la importancia de un enfoque de diagnóstico integral, considerando la alta tasa de letalidad de esta enfermedad. El diagnóstico se enfocará en las diversas técnicas de imagen y de estudios biomoleculares que se adoptan para prevenir y diagnosticar dicha enfermedad, además se aborda el empleo de la inteligencia artificial para el diagnóstico temprano de dichas entidades.

Conclusiones: Los avances en el diagnóstico molecular y de imagen del cáncer están marcando un hito significativo en la búsqueda de una detección más eficiente y precoz de esta enfermedad.

Palabras clave: Cáncer; Imagen Médica; Avances Tecnológicos.

ABSTRACT

Introduction: cancer is the rapid multiplication of abnormal cells that spread beyond their usual limits and can invade adjacent parts of the body or spread to other organs, in a process called metastasis. The spread of metastases is the main cause of death from the disease. There are different methods of cancer diagnosis, but in this research we will focus on molecular and imaging methods.

Objective: to analyze advances in molecular and imaging diagnosis of cancer.

Methods: analysis of original articles and bibliographic reviews previously carried out that provided information on the advances in molecular and imaging diagnosis of cancer, in addition, the search for information in different databases such as Scielo, Elsevier, PubMed, Chrocan, Epistemonikos, and different journals including Seimic, Medigraphic Artemisa, Recimundo, SCIENCE, MEDICRIT was prioritized.

Development: the importance of an integral diagnostic approach is emphasized, considering the high lethality rate of this disease. Diagnosis will focus on the various imaging techniques and biomolecular studies adopted to prevent and diagnose this disease, and the use of artificial intelligence for early diagnosis of these entities is also addressed.

Conclusions: advances in molecular and imaging diagnosis of cancer are marking a significant milestone in the quest for more efficient and earlier detection of this disease.

Keywords: Cancer; Ultrasonography; Technological Development.

INTRODUCCIÓN

El cáncer es la multiplicación rápida de células anormales que se extienden más allá de sus límites habituales y pueden invadir partes adyacentes del cuerpo o propagarse a otros órganos, en un proceso que se denomina metástasis. La extensión de las metástasis es la principal causa de muerte por la enfermedad. Existen distintos métodos de diagnóstico del cáncer, pero en esta investigación nos centraremos en los métodos moleculares y de imagen.

Los resultados de las pruebas moleculares ofrecen a los médicos la información que necesitan para identificar los genes que han cambiado (mutado). Al identificar estas mutaciones, los médicos pueden determinar las mejores opciones de tratamiento para pacientes específicos.⁽¹⁾ En el diagnóstico del cáncer suele ser necesario realizar exámenes mediante imágenes en los que, en muchos casos, se utilizan pequeñas cantidades de radiación. Procedimientos como los rayos X, la tomografía computarizada (TC), la obtención de imágenes por resonancia magnética (IRM), la tomografía por emisión de positrones (PET) y la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) son importantes para tomar decisiones clínicas, por ejemplo, en lo que respecta al tratamiento y el seguimiento.⁽²⁾

Los recientes avances en el campo de la inteligencia artificial han generado un gran entusiasmo en el ámbito de la salud, especialmente en lo que respecta a la detección del cáncer de mama. La IA se ha revelado como una herramienta prometedora para mejorar la precisión de los diagnósticos y, por ende, la vida de las pacientes. La IA se ha convertido en una herramienta clave en la detección del cáncer de mama. Puede automatizar el análisis de imágenes, personalizar diagnósticos y, lo más importante, anticipar el pronóstico.⁽³⁾

El cáncer, sigue siendo una de las principales causas de muerte. Los métodos moleculares y de imagen han emergido como herramientas fundamentales en su detección temprana y tratamiento. Los biomarcadores circulantes y las nanopartículas magnéticas están revolucionando el diagnóstico al ofrecer alternativas menos invasivas y mejorar la sensibilidad de detección. Además, las nuevas tecnologías como la inteligencia artificial están mostrando promesa en la mejora de la precisión diagnóstica, especialmente en cánceres difíciles como el de páncreas y vesícula biliar. En este estudio, se empleó un enfoque riguroso basado en una revisión sistemática de estudios observacionales y ensayos clínicos controlados.

Es posible que las pruebas moleculares no sean apropiadas, y puede que tampoco estén disponibles, para todos los pacientes o para todos los tipos de cáncer. Los pacientes deberían hablar con los médicos a cargo de su tratamiento para determinar si las pruebas moleculares son una opción adecuada en su caso.

Por lo hasta acá expresado el objetivo de la investigación es: analizar los avances en el diagnóstico molecular y de imagen del cáncer

MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica en la que se ejecutó el análisis de artículos originales y revisiones bibliográficas previamente realizadas que aportaron una información sobre los avances de en el diagnóstico molecular y de imagen del cáncer, además se priorizó la búsqueda de información en diferentes bases de datos como Scielo, Elsevier, PubMed, Chrocan, Epistemonikos, y diferentes revistas entre ellas Seimic, Medigraphic Artemisa, Recimundo, SCIENCE, MEDICRIT, artículos publicados desde el año 2020 hasta marzo de 2024 utilizando las siguiente palabras clave: Cáncer; Detección temprana; Métodos moleculares; Imagen médica; Avances tecnológicos.

Las palabras clave se buscaron de forma individual y posteriormente se repitió la búsqueda en asociación con cada una de ellas. Se excluyeron los trabajos no aptos para el propósito de la revisión. Los artículos fueron seleccionados de forma independiente por dos coautores y su posterior elección fue unánime y colaborativa.

DESARROLLO

Cortés Morera y cols.,⁽⁴⁾ plantean la utilidad del tamizaje, así como de los principales estudios de imágenes disponibles por los autores plantean que El cáncer de ovario ha sido identificado como la neoplasia ginecológica con un pronóstico especialmente desafiante. Esta dificultad se deriva, en gran medida, del carácter asintomático que caracteriza a menudo a esta enfermedad, lo que conduce a diagnósticos en etapas avanzadas. La evidencia recopilada sugiere que los avances en terapias no han logrado mejorar significativamente la supervivencia de las pacientes con cáncer de ovario. Este escenario impulsa la búsqueda constante de métodos que faciliten el tamizaje y la detección temprana de la patología. A pesar de este esfuerzo, la falta de un método costo-efectivo para el tamizaje ha limitado su aplicación en la población general, reservándose principalmente para casos específicos, como mujeres con antecedentes familiares de la enfermedad o síndromes hereditarios.

Esta revisión aborda además las diversas técnicas de imagen empleadas en el estudio y caracterización de masas anexiales, así como en el estadiaje y pronóstico del cáncer de ovario. Entre las técnicas evaluadas, el ultrasonido (US) destaca como la opción preferida para la evaluación inicial de masas anexiales. No obstante, en lo que respecta al estadiaje, se observa que la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) superan al ultrasonido.

Para Sánchez GA.,⁽⁵⁾ en su investigación propone explorar aspectos relacionados con la epidemiología del cáncer de pulmón, abordando también factores genéticos y moleculares que influyen en su origen, desarrollo, pronóstico y supervivencia. Fue realizada mediante una metodología documental bibliográfica y en modalidad de revisión, se centra en destacar las innovaciones en el diagnóstico, haciendo hincapié en aquellas que mejoran la detección primaria. Se abordan alternativas terapéuticas destacadas y las innovaciones logradas hasta el momento.

En el ámbito del diagnóstico por imágenes, se resaltan técnicas como la econosonografía broncoscópica, la econosonografía transesofágica y la tomografía por emisión de positrones fusionada con tomografía computarizada. Los métodos tradicionales para confirmar el diagnóstico temprano incluyen la biopsia percutánea por aspiración y la broncoscopia. El diagnóstico primario, crucial para intervenciones quirúrgicas en etapas tempranas, favorece una excelente supervivencia en pacientes considerados elegibles tras una evaluación exhaustiva de riesgo quirúrgico y otros factores. El tratamiento multidisciplinario abarca cirugía, quimioterapia y radioterapia en estadios medianamente avanzados, mientras que, en estadios más avanzados, la quimioterapia y la radioterapia desempeñan un papel paliativo, impactando en la calidad de vida y supervivencia de manera eventual.⁽⁵⁾

En una investigación de Cárdenas-Sánchez,⁽⁶⁾ se destaca la importancia crucial de un diagnóstico preciso y temprano, así como la pronta instauración del tratamiento adecuado. La investigación ha demostrado de manera concluyente que cualquier demora en el inicio del tratamiento impacta negativamente en las tasas de supervivencia. Este énfasis resalta la urgencia de una intervención rápida para optimizar los resultados y subraya la trascendental relación entre el tiempo de diagnóstico y la efectividad del tratamiento en la lucha contra el cáncer de mama.

Para Necula L,⁽⁷⁾ propone que una síntesis de las moléculas circulantes recientemente identificadas, entre las que se incluyen microARNs, ARN largos no codificantes y ARN circulares. Estos descubrimientos tienen el potencial de revolucionar el diagnóstico temprano del cáncer gástrico (GC). A pesar de ello, los biomarcadores circulantes actualmente disponibles para el diagnóstico y pronóstico del GC muestran una sensibilidad y especificidad limitadas. El proceso diagnóstico para el GC depende en gran medida de procedimientos invasivos como la endoscopia digestiva alta. Existe una demanda apremiante de pruebas menos invasivas o no invasivas y la identificación de biomarcadores altamente específicos para la detección del GC.

Los fluidos corporales, como la sangre periférica, la orina, la saliva y el lavado gástrico/jugo gástrico, surgen como fuentes potenciales de biomarcadores específicos. Estos fluidos podrían proporcionar información crucial para el cribado y diagnóstico del GC, ofreciendo una alternativa menos invasiva a los métodos actuales. La exploración de moléculas circulantes y el desarrollo de biomarcadores precisos presentan una promesa significativa para avanzar en estrategias de diagnóstico temprano en el cáncer gástrico.⁽⁷⁾

Es importante destacar que el diagnóstico, en la mayoría de los casos, no es inmediato, lo que conlleva a la identificación frecuente de situaciones en las que el tratamiento puede volverse menos efectivo. En este contexto, la realización de visitas periódicas al médico y la realización de exámenes complementarios podrían desempeñar un papel crucial en la prevención de la enfermedad. La detección temprana y la adopción de medidas preventivas basadas en un monitoreo constante pueden ser clave para mejorar el pronóstico y la eficacia de los tratamientos disponibles.⁽⁸⁾

Las técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático están irrumpiendo en la investigación biomédica y la atención médica, con una aplicación potencialmente revolucionaria en la investigación del cáncer y la oncología. En este ámbito, las posibles aplicaciones son amplias e incluyen la detección y diagnóstico del cáncer, la clasificación de subtipos, la optimización de tratamientos oncológicos y la identificación de nuevos objetivos terapéuticos en el descubrimiento de medicamentos.⁽⁹⁾

En este artículo de opinión, se exponen las perspectivas de cuatro expertos sobre cómo podemos comenzar a implementar la inteligencia artificial, asegurando al mismo tiempo que se mantengan estándares elevados. El objetivo es transformar el diagnóstico del cáncer, así como el pronóstico y tratamiento de los pacientes con cáncer, y potenciar los descubrimientos biológicos. La convergencia de la inteligencia artificial y la oncología presenta un panorama prometedor, pero es esencial abordar cuidadosamente los desafíos para garantizar una implementación eficaz y ética de estas innovadoras tecnologías en el ámbito de la investigación y la atención oncológica.⁽⁹⁾

Los avances recientes en nanotecnología han llevado a la creación de la próxima generación de nanopartículas magnéticas (MNPs), aptas para diversas aplicaciones biomédicas. En esta revisión, se exploran los métodos empleados en la fabricación y diseño de MNPs. Además, se realiza una evaluación crítica de los avances recientes en el uso de MNPs para terapia de hipertermia, control de liberación de fármacos, resonancia magnética (MRI) y biosensores. Por último, se abordan los desafíos existentes en este campo y se discuten posibles oportunidades para mejorar las propiedades de las MNPs.

En el artículo de Loveday y cols.,⁽¹⁰⁾ se centra en el 95 % de los casos de cáncer de páncreas que se manifiestan como adenocarcinoma ductal pancreático, con el objetivo de resumir las recomendaciones actuales para el diagnóstico y tratamiento. La pérdida de peso combinada con síntomas abdominales o dolor de espalda en personas de 60 años o más conlleva la realización urgente de una tomografía computarizada del abdomen. Asimismo, las personas de 40 años o más con ictericia requieren una derivación directa a especialistas. El cáncer de páncreas se clasifica como resecable, borderline resecable, localmente avanzado o metastásico. La enfermedad resecable se trata con resección quirúrgica y quimioterapia adyuvante. Por otro lado, la enfermedad metastásica e irresecable se trata con quimioterapia o cuidados de apoyo óptimos. La mayoría de los pacientes requieren apoyo nutricional.

En cuanto al diagnóstico, se emplean diversas técnicas de imagen como la Ultrasonografía (US), Tomografía Computarizada (TC) y Resonancia Nuclear Magnética (RNM), todas ellas de gran utilidad para obtener información detallada. Se han incorporado marcadores tumorales como parte integral del proceso diagnóstico, brindando apoyo tanto en el seguimiento como en la predicción del pronóstico en determinados casos. Se concluye que, las etapas iniciales, la opción terapéutica preferida es la cirugía. Es relevante señalar que, en muchos casos, la detección de esta enfermedad se produce de manera incidental durante colecistectomías de rutina realizadas por coleditiasis.⁽¹¹⁾

Se observa un aumento en el número de estudios centrados en la identificación de nuevos biomarcadores séricos y en la exploración de su combinación con CA19-9 para la detección del cáncer de páncreas. Además, la aplicación de la biopsia líquida, que involucra células tumorales circulantes (CTCs), ADN tumoral circulante (ctDNA), microARNs (miARNs) y exosomas en sangre, así como biomarcadores en orina y saliva, está atrayendo cada vez más la atención en el diagnóstico del cáncer de páncreas.⁽¹¹⁾

Adicionalmente, se han probado muchas tecnologías innovadoras, como la inteligencia artificial, sistemas de diagnóstico asistido por computadora, tecnología metabolómica, tecnologías asociadas a la espectrometría de movilidad iónica (IMS) y nuevos nanomateriales, para el diagnóstico temprano del cáncer de páncreas, mostrando perspectivas prometedoras.⁽¹²⁾

Según la recopilación de estudios relevantes al tema, es posible evidenciar los grandes avances que se han desarrollado dentro de la detección temprana de diferentes tipos de cáncer. En el ámbito del diagnóstico temprano del cáncer gástrico, los avances en métodos moleculares y de imagen han despertado un considerable interés en la comunidad científica. La detección precoz de esta enfermedad es fundamental para mejorar los pronósticos y la eficacia de los tratamientos disponibles. La revisión de los recientes avances destaca el potencial de las moléculas circulantes, como los microARNs, ARN largos no codificantes y ARN circulares, como biomarcadores prometedores para el diagnóstico temprano del GC. Sin embargo, se reconoce que los biomarcadores circulantes actuales muestran limitaciones en cuanto a sensibilidad y especificidad, lo que subraya la necesidad de identificar marcadores más precisos.⁽⁷⁾

La exploración de fluidos corporales, como la sangre periférica, la orina y el lavado gástrico, emerge como una vía prometedora para la búsqueda de biomarcadores específicos, ofreciendo alternativas menos invasivas a los métodos de diagnóstico actuales, principalmente basados en procedimientos endoscópicos. La búsqueda de biomarcadores precisos y no invasivos representa un paso crucial hacia estrategias más efectivas de detección temprana, lo que podría mejorar significativamente los resultados clínicos.⁽⁷⁾

Por otro lado, el caso del cáncer gástrico resalta la importancia de la educación pública sobre hábitos de vida saludables y la realización de visitas médicas periódicas para el diagnóstico precoz. La falta de diagnóstico inmediato conduce a la identificación tardía de la enfermedad, lo que puede comprometer la efectividad del tratamiento. La prevención y detección temprana a través de exámenes regulares son fundamentales para mejorar el pronóstico y reducir la carga de la enfermedad.⁽⁸⁾

En cuanto a la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer, se vislumbra un potencial transformador. La IA ofrece herramientas poderosas para la detección y clasificación de tumores, así como para la optimización de tratamientos y la identificación de nuevos objetivos terapéuticos. Sin embargo, su implementación debe abordarse con cuidado para garantizar la precisión y la ética en su uso. La convergencia de la IA y la oncología promete mejorar significativamente la atención médica y los resultados para los pacientes con cáncer, pero es crucial enfrentar los desafíos asociados con su integración en la práctica clínica.⁽⁹⁾

Otra revisión que abarca esta índole destaca la variedad de enfoques de IA utilizados para predecir el cáncer, desde el aprendizaje automático convencional hasta el aprendizaje profundo. A pesar de los resultados prometedores, se identifican limitaciones en la literatura existente, lo que resalta la necesidad de investigaciones adicionales para abordar los desafíos en este campo.⁽¹³⁾

El uso de nanopartículas magnéticas ha emergido como una herramienta prometedora en el diagnóstico temprano y el tratamiento inicial del cáncer. La nanotecnología ha permitido avances significativos en el diseño y fabricación de MNPs con aplicaciones biomédicas versátiles. En una revisión reciente, se exploraron los métodos de fabricación y diseño de MNPs, así como los avances en su aplicación para terapia de hipertermia, control de liberación de fármacos, resonancia magnética y biosensores. La terapia de hipertermia, que implica el calentamiento controlado de tejidos cancerosos mediante MNPs bajo la influencia de un campo magnético, muestra promesa para destruir selectivamente células tumorales. Además, las MNPs pueden utilizarse como sistemas de liberación de fármacos dirigidos, permitiendo la entrega específica de agentes terapéuticos a sitios tumorales.⁽¹⁴⁾

Sin embargo, a pesar de estos avances, existen desafíos importantes en la implementación clínica de MNPs. La optimización de sus propiedades físicas y químicas es fundamental para garantizar su eficacia y seguridad en aplicaciones biomédicas. Además, la caracterización adecuada de la respuesta biológica a las MNPs es esencial para comprender su comportamiento in vivo y minimizar posibles efectos adversos.

En cuanto al cáncer de páncreas, que presenta uno de los peores pronósticos entre todos los tipos de cáncer, la actualización de los métodos de diagnóstico es crucial para mejorar las tasas de supervivencia. La revisión destaca la importancia de la tomografía computarizada del abdomen en pacientes mayores de 60 años con pérdida de peso y síntomas abdominales o dolor de espalda. Además, se subraya la necesidad de una derivación inmediata a especialistas en casos de ictericia en personas mayores de 40 años.⁽¹³⁾

El diagnóstico temprano del cáncer de la vesícula biliar y del cáncer pancreático sigue siendo un desafío importante en la práctica clínica, pero los avances en métodos de detección están ofreciendo nuevas esperanzas en la lucha contra estas enfermedades. En el contexto chileno, se emplean técnicas de imagen como la Ultrasonografía (US), Tomografía Computarizada (TC) y Resonancia Nuclear Magnética (RNM) para obtener información detallada sobre la enfermedad. Además, se han incorporado marcadores tumorales como apoyo en el proceso diagnóstico y seguimiento de casos específicos. La detección incidental de cáncer de vesícula biliar durante colecistectomías de rutina realizadas por coledolitiasis destaca la importancia de la vigilancia y el diagnóstico precoz de esta enfermedad. En muchos casos, la cirugía sigue siendo la opción terapéutica preferida en las etapas iniciales.⁽¹²⁾

Por otro lado, el cáncer pancreático presenta un desafío aún mayor debido a su diagnóstico tardío y a menudo agresivo. Sin embargo, avances recientes en métodos de detección, incluidas técnicas de imagen, exámenes patológicos y biopsia líquida, están comenzando a cambiar el panorama. Se observa un aumento en la investigación centrada en la identificación de nuevos biomarcadores séricos y la aplicación de la biopsia líquida, que incluye células tumorales circulantes (CTCs), ADN tumoral circulante (ctDNA), microARNs (miARNs) y exosomas en sangre, orina y saliva.⁽¹²⁾

La clasificación y tratamiento del cáncer de páncreas varía según el estadio de la enfermedad. Mientras que la enfermedad resecable se trata con resección quirúrgica y quimioterapia adyuvante, la enfermedad metastásica e irresecable se maneja con quimioterapia o cuidados de apoyo óptimos. Sin embargo, se reconoce la necesidad de investigaciones adicionales para mejorar las estrategias terapéuticas y abordar los desafíos asociados con este cáncer agresivo.

La aplicación de tecnologías innovadoras como la inteligencia artificial, sistemas de diagnóstico asistido por computadora y tecnología metabolómica, entre otras, ofrece nuevas perspectivas para el diagnóstico temprano del cáncer de páncreas. Estas herramientas pueden mejorar la precisión y la eficiencia del diagnóstico, lo que es crucial para mejorar los resultados clínicos y la supervivencia de los pacientes.

Sin embargo, a pesar de estos avances prometedores, persisten desafíos significativos en el diagnóstico temprano de ambos tipos de cáncer. La investigación continua y la colaboración entre disciplinas son fundamentales para desarrollar estrategias más efectivas de detección y diagnóstico. Además, la concienciación pública sobre los síntomas y factores de riesgo asociados con estos cánceres puede desempeñar un papel crucial en la detección precoz y el tratamiento oportuno.

CONCLUSIONES

Los avances en el diagnóstico molecular y de imagen del cáncer están marcando un hito significativo en la búsqueda de una detección más eficiente y precoz de esta enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Leukemia y Lymphoma Society. Leukemia y Lymphoma. In.; 2018. p. 1-7.
2. Centro Diagnostico. Explorando los avances mas recientes en la deteccion del Cancer de Mama [Internet]. Centro de Diagnostico; 2023 [citado 20/03/2025]. Disponible en: <https://centrodiagnostico.com/prensa/explorando-los-avances-mas-recientes-en-la-deteccion-del-cancer-de-mama/>
3. Organismo Internacional de Energía Atómica. Diagnóstico del cáncer [Internet]. IAEA; 2019 [citado 20/03/2025]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/temas/diagnostico-del-cancer>
4. Morera A, Ibáñez Morera M, Hernández Lara A, García Carranza MA. Cáncer de Ovario: Tamizaje y diagnóstico imagenológico. Med. leg. Costa Rica [Internet]. 2020 Mar [cited 20/03/2025]; 37(1): 54-61. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152020000100054&lng=en
5. Sanchez GA, Ugarte Palacios CV, Ugarte Palacios NA, Morales Labre KO. Cáncer de pulmón y su importancia en el diagnóstico primario. RECIAMUC [Internet]. 23 de mayo de 2022 [citado 20/03/2025]; 6(2): 208-17. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/854>
6. Cárdenas-Sánchez J, Valle-Solís Aura AE, Arce-Salinas C, Bargalló-Rocha JE, Bautista-Piña V, Cervantes-Sánchez G, et al. Consenso Mexicano sobre diagnóstico y tratamiento del cáncer mamario. Octava revisión. Colima 2019. Gac. mex. oncol. [Internet]. 2019 Sep [citado 20/03/2025]; 18(3): 141-231. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2565-005X2019000300141&lng=es

7. L, Matei L, Dragu D, Neagu AI, Mambet C, Nedeianu S, et al. Recent advances in gastric cancer early diagnosis. World J Gastroenterol [Internet]. 2019 May 7 [citado 20/03/2025]; 25(17): 2029-2044. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6506585/>
8. Cardenas Martinez CE, Cardenas Davalos JC, Jativa Sanchez JJ. Cáncer Gástrico: una revisión bibliográfica. Dominio de las Ciencias [Internet]. 2021 [citado 2025 Abr 220/03/20255]; 7(1): 338-354. Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-CancerGastrico-8231665.pdf>
9. Elemento O, Leslie C, Lundin J, Tourassi G. Artificial intelligence in cancer research, diagnosis and therapy. Nat Rev Cancer [Internet]. 2021 Dec [citado 20/03/2025]; 21(12): 747-752. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34535775/>
10. Loveday BPT, Lipton L, Thomson BN. Pancreatic cancer: An update on diagnosis and management. Aust J Gen Pract [Internet]. 2019 Dec [citado 20/03/2025]; 48(12): 826-831. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31774983/>
11. Hernadez Salcedo MI, Almeida Barba KE, Castillo Gonzalez AM, Freire Sandoval AR. Diagnóstico y tratamiento de cáncer de vesícula biliar. Recimundo [Internet]. 2020 [citado 20/03/2025]; 4(1): 236-249. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/797>
12. Yang J, Xu R, Wang C, Qiu J, Ren B, You L. Early screening and diagnosis strategies of pancreatic cancer: a comprehensive review. Cancer Commun (Lond) [Internet]. 2021 Dec [citado 20/03/2025]; 41(12): 1257-1274. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34331845/>
13. Kumar Y, Gupta S, Singla R, Hu YC. A Systematic Review of Artificial Intelligence Techniques in Cancer Prediction and Diagnosis. Arch Comput Methods Eng [Internet]. 2022 [citado 20/03/2025]; 29(4): 2043-2070. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34602811/>
14. Farzin A, Etesami SA, Quint J, Memic A, Tamayol A. Magnetic Nanoparticles in Cancer Therapy and Diagnosis. Adv Healthc Mater [Internet]. 2020 May [citado 2025 Abr 220/03/20255]; 9(9): e1901058. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32196144/>