

Nota de clase

Hallazgos radiológicos y biomarcadores asociados con mortalidad en pacientes con cáncer.

Radiological features and biomolecular markers associated with mortality in oncology patients.

Ana Sofia Araujo-Aguirre^{1,a}.

1. Estudiante de Medicina.

a. Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia).

CORRESPONDENCIA

Ana Sofia Araujo Aguirre
ORCID ID <https://orcid.org/0009-0005-9969-9601>
Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia).
E-mail: ana.araujoa@upb.edu.co

CONFLICTO DE INTERESES

La autora del artículo hace constar que no existe, de manera directa o indirecta, ningún tipo de conflicto de intereses que pueda poner en peligro la validez de lo comunicado.

RECIBIDO: 05 de junio de 2025.
ACEPTADO: 27 de febrero de 2026.

RESUMEN

El cáncer es un problema de salud pública prioritario en todo el mundo. Se caracteriza por células en desorden que proliferan de forma anormal, lo que resulta en la formación de agregados que afectan a tejidos vecinos; asimismo, es un grupo de patologías que cuentan con un origen variable. En el año 2020 se reportaron 19,3 millones de casos nuevos y 10 millones de muertes. En este contexto, la tomografía computarizada (TC) combinada con biomarcadores séricos se ha convertido en una herramienta clave para predecir resultados como la mortalidad o la progresión tumoral. El uso conjunto de radiología, biomarcadores y herramientas como la inteligencia artificial está mejorando la precisión del pronóstico y la individualización del tratamiento.

Palabras clave: Detección precoz del cáncer, biomarcadores de tumor, diagnóstico por imagen, mortalidad.

ABSTRACT

Cancer is a priority public health problem worldwide. It is characterized by disordered cells that proliferate abnormally, resulting in the formation of aggregates that affect neighboring tissues; likewise, it is a group of pathologies with a variable origin. In the year 2020, 19.3 million new cases and 10 million deaths were reported. In this context, computed tomography (CT) combined with serum biomarkers has become a key tool to predict outcomes such as mortality or tumor progression. The joint use of radiology, biomarkers, and tools such as artificial intelligence is improving prognostic accuracy and the individualization of treatment.

Key words: Early detection of cancer, cancer biomarker, diagnostic imaging, mortality.

Araujo-Aguirre AS. Hallazgos radiológicos y biomarcadores asociados con mortalidad en pacientes con cáncer. *Salutem Scientia Spiritus* 2026; 12(2):111-116.



La Revista *Salutem Scientia Spiritus* usa la licencia Creative Commons de Atribución - No comercial - Sin derivar.

Los textos de la revista son posibles de ser descargados en versión PDF siempre que sea reconocida la autoría y el texto no tenga modificaciones de ningún tipo.

INTRODUCCIÓN

El cáncer representa un problema prioritario de salud pública en todo el mundo. Se entiende como un grupo heterogéneo de afecciones con un origen variable —como el cáncer de mama, páncreas u ovario—, caracterizado por un tejido compuesto por células desorganizadas que se dividen anormalmente, resultando en la formación de masas que lesionan, consumen nutrientes y alteran el funcionamiento y la apariencia de los tejidos vecinos.¹ Además de las células tumorales malignas, los tumores contienen células normales sanas —incluyendo células inmunitarias, inmunocitos, fibroblastos y células epiteliales— que componen el microambiente tumoral inmunológico (*tumor immune microenvironment*, TIME). En este entorno, donde las células inmunitarias actúan como primera línea de defensa, diversos factores de inflamación, metástasis y angiogénesis —como la quimiocina CXCL9— pueden influir de forma determinante en el pronóstico.²⁻⁷

Su impacto global continúa en aumento, con tasas que alcanzaron los 19.3 millones de nuevos diagnósticos y 10 millones de muertes por esta enfermedad durante el año 2020.⁸ Esta tendencia refleja, además del incremento en la exposición a factores de riesgo, las persistentes inequidades en el acceso al diagnóstico temprano y al tratamiento oportuno. A pesar de la diversidad en las manifestaciones clínicas del cáncer, ha sido posible establecer un consenso en torno a ciertos principios biológicos comunes, lo cual ha contribuido a disminuir progresivamente la dificultad diagnóstica de esta patología.⁹

En algunos escenarios, a pesar de los avances en las modalidades terapéuticas —incluyendo cirugía, quimioterapia e inmunoterapia—, la tasa de supervivencia global de los pacientes con cáncer sigue siendo baja.¹⁰ Esto resulta crítico en entidades como el cáncer de pulmón, el cual constituye la principal causa de mortalidad por cáncer a nivel mundial; además, su subtipo más frecuente, el cáncer de pulmón no microcítico (NSCLC, por sus siglas en inglés), representa el 81% de estos casos.¹¹

Por otra parte, los parámetros tradicionales pueden resultar insuficientes en determinadas situaciones clínicas; tal es el caso de los indicadores de imagen convencionales y los biomarcadores séricos clásicos, entre los que se incluyen el antígeno carcinoembrionario (CEA), HER2 y CA 19-9 para el cáncer de mama (el tipo de tumor maligno más común en mujeres a nivel mundial, con un diagnóstico anual de 1,2 a 1,4 millones de casos y aproximadamente 400.000 muertes). Como resultado, resulta prioritario investigar nuevos marcadores pronósticos que permitan desarrollar tratamientos de precisión individualizados.¹²⁻¹⁴

IMÁGENES DIAGNÓSTICAS EN EL PRONÓSTICO ONCOLÓGICO

En el abordaje oncológico actual, las imágenes diagnósticas han trascendido su función clásica de localización y caracterización anatómica para convertirse en herramientas clave en la evaluación pronóstica. Entre los métodos de cribado actuales se incluyen la colonoscopia para el cáncer colorrectal (CCR), la mamografía para el cáncer de mama (CM) y la tomografía computarizada de baja dosis para el cáncer de pulmón (CP).¹⁵⁻¹⁷ En particular, la tomografía computarizada (TC) ha mostrado una notable utilidad cuando se combina con biomarcadores séricos para predecir desenlaces clínicos adversos como la progresión tumoral, la irsecabilidad quirúrgica y la mortalidad. Este enfoque combinado ha cobrado trascendencia en el manejo de neoplasias con una alta carga de enfermedad, tales como el cáncer de ovario, de mama, gastrointestinal y el carcinoma hepatocelular, entre otros.¹⁸

En el cáncer de ovario, al ser una de las principales causas de mortalidad ginecológica, la predicción del éxito quirúrgico mediante TC preoperatoria ha adquirido relevancia clínica.^{19,20} Un estudio prospectivo realizado en Pakistán propuso un modelo predictivo en mujeres con diagnóstico preoperatorio o intraoperatorio de cáncer de ovario sometidas a citorreducción primaria (PDS) en el *Indus Hospital & Health Network* (IHHN). Dicho modelo combinó hallazgos radiológicos (como ascitis, engrosamiento peritoneal y compromiso hepático o diafragmático) con niveles séricos de antígeno del cáncer 125 (CA 125) superiores a 500 IU/mL, alcanzando una sensibilidad del 79,6% y una especificidad del 66, % para predecir una cirugía subóptima ($p < 0,05$). Valores comparables reportados en otros estudios respaldan su utilidad para orientar la selección entre la cirugía primaria inmediata o la quimioterapia neoadyuvante.²¹⁻²³

Un enfoque similar se ha aplicado en el carcinoma hepatocelular, patología que presenta una elevada incidencia y mortalidad a nivel mundial.^{8,24} En un estudio retrospectivo se desarrolló un nomograma basado en tomografía computarizada multidetector (MSCT) y en niveles elevados de alfa-fetoproteína (AFP ≥ 400 ng/mL) para predecir malignidad en pacientes con quistes hepáticos complejos. El modelo alcanzó un área bajo la curva (AUC) de 0,829, demostrando una alta especificidad.²⁵ Entre las variables más relevantes figuraron el patrón dinámico de realce, los márgenes irregulares y un mayor diámetro tumoral, respaldando la utilidad de la tomografía computarizada como herramienta pronóstica cuando se acompaña de biomarcadores específicos.^{26,27}

Asimismo, el uso de la tomografía computarizada de baja dosis (LDCT) ha sido ampliamente evaluado como estrategia de detección temprana en cáncer de pulmón —uno de los tumores con peor pronóstico global—, el cual registra una tasa de supervivencia a cinco años de apenas el 20% para los casos diagnosticados entre 2010 y 2015.²⁸⁻³⁰ En un estudio de microsimulación realizado en Francia se analizó la eficacia y la costo-efectividad del tamizaje bianual con LDCT en adultos fumadores de alto riesgo.³¹⁻³³

Se observó una reducción de la mortalidad de entre el 2,2% y el 16,3% según la cobertura poblacional. Para prevenir una muerte se requirió un número necesario a cribar (NNS) de 650, con un costo incremental por año de vida ajustado por calidad (AVAC/QALY) de 7055 €, lo que posiciona a esta intervención como una estrategia costo-efectiva incluso en escenarios de baja cobertura.³⁴ Por último, el estudio evaluó el potencial de los biomarcadores sanguíneos como prueba previa de estratificación para seleccionar a los candidatos a LDCT, lo que podría optimizar la participación poblacional y reducir el sobrediagnóstico.³⁵

Estos hallazgos, provenientes de diversas líneas de investigación, coinciden en que ni la imagen diagnóstica ni los biomarcadores ofrecen por sí solos una precisión pronóstica suficiente. Sin embargo, al integrarse, permiten guiar mejores decisiones clínicas y clasificar a los pacientes con mayor exactitud.³⁶

RELACIÓN ENTRE HALLAZGOS RADIOLÓGICOS Y BIOMARCADORES CON LA MORTALIDAD

La interacción entre los hallazgos radiológicos, los biomarcadores y la mortalidad constituye un área de creciente interés en la investigación clínica, especialmente en oncología. Las tecnologías de imagen como la TC, en conjunto con el perfil de biomarcadores, ofrecen una vía prometedora para la predicción de eventos adversos, incluyendo el riesgo de muerte.³⁷

Los hallazgos radiológicos tradicionales —tales como la localización, las dimensiones y las características morfológicas de las lesiones en órganos como el pulmón o el páncreas— han demostrado su valor en la estratificación del riesgo de mortalidad. Por ejemplo, en el adenocarcinoma de páncreas, la evaluación tomográfica de características como el grado de diferenciación o la invasión vascular se correlaciona directamente con la supervivencia global del paciente.³⁸ Entendiendo la radiómica como un campo innovador de la investigación traslacional que busca asociar datos cuantitativos extraídos de las imágenes con características biológicas subyacentes para optimizar las decisiones médicas, la información derivada de estas herramientas puede reflejar con alta precisión la fisiopatología del tejido tumoral, metastásico o parenquimatoso adyacente.³⁹ La identificación de patrones de textura y la cuantificación de la heterogeneidad tumoral mediante análisis radiómico avanzado han permitido predecir desenlaces clínicos, demostrando que aquellos tumores con mayor heterogeneidad intratumoral presentan un peor pronóstico y un mayor riesgo de mortalidad.⁴⁰

En el ámbito pulmonar, los nódulos solitarios y las lesiones en estadios tempranos muestran una relación significativa con la mortalidad. La evaluación de sus dimensiones, densidad⁴¹ y características de sus bordes permite agrupar a los pacientes en categorías de riesgo.⁴² Los análisis de radiómica aplicados a estas

lesiones potencian la capacidad predictiva mediante la caracterización de heterogeneidades internas subclínicas no perceptibles a simple vista, las cuales se correlacionan con marcadores de agresividad tumoral.⁴³

Por otro lado, la combinación de biomarcadores como el CEA con la radiómica y los parámetros radiológicos convencionales ha demostrado mejorar la capacidad predictiva de la supervivencia en cáncer de pulmón, permitiendo definir perfiles de riesgo más precisos.⁴⁴

En cuanto a la radiómica, los avances en el procesamiento de imágenes permiten extraer parámetros que reflejan aspectos biológicos y moleculares del tumor. La relación entre estos parámetros y la mortalidad se ha corroborado en diversos estudios en los cuales aquellos perfiles radiómicos que indican una mayor heterogeneidad, una alta actividad proliferativa o resistencia terapéutica muestran una tasa de mortalidad significativamente más elevada.⁴⁵

En cáncer de ovario, por ejemplo, los modelos radiómicos que integran características de textura de la imagen con perfiles genómicos incrementan su precisión en la predicción de supervivencia en comparación con los métodos tradicionales. Este enfoque integral busca potenciar la precisión diagnóstica y pronóstica para identificar oportunamente a los pacientes de alto riesgo. Sin embargo, para que estos modelos puedan implementarse a gran escala en la práctica clínica e impactar positivamente en los desenlaces, resulta indispensable estandarizar las metodologías de adquisición y garantizar la reproducibilidad y confiabilidad de los algoritmos en distintos centros, asegurando que la información obtenida traduzca decisiones terapéuticas efectivas que reduzcan las tasas de mortalidad.⁴⁶

APLICACIONES CLÍNICAS Y FUTURO DEL ABORDAJE PRONÓSTICO EN ONCOLOGÍA

Los biomarcadores y los hallazgos radiológicos se consolidan como herramientas imprescindibles para el abordaje oportuno en oncología, destacando la necesidad de obtener información precisa que permita intervenir tempranamente en el proceso patológico, incrementar la especificidad y tipificar de forma individualizada a cada paciente. En el caso del cáncer de ovario (CO), la patología continúa representando un desafío clínico mayor a pesar de los avances quirúrgicos y quimioterapéuticos.⁴⁷⁻⁴⁹ En este escenario particular se ha identificado que la evaluación de quimiocinas como CXCL9 y CXCL10 puede ofrecer nuevas vías terapéuticas para transformar el tratamiento mediante la modulación del microambiente tumoral.⁵⁰

En otros escenarios, la evaluación detallada de los parámetros radiológicos y el reconocimiento de patrones atípicos de respuesta

tras la radiocirugía estereotáctica (SRS, por sus siglas en inglés) en pacientes con metástasis cerebrales (MC) resultan fundamentales. La SRS —definida como la administración de radiación de alta precisión para tratar lesiones intracraneales— se apoya en el seguimiento por resonancia magnética (RM) para identificar variaciones volumétricas en las lesiones. Tras el procedimiento, un incremento en el tamaño de la lesión puede ser malinterpretado como progresión tumoral cuando en realidad responde a una radionecrosis o pseudoprogresión por reacción inflamatoria; por ende, caracterizar oportunamente estos cambios resulta crucial para evitar decisiones terapéuticas erróneas y optimizar el manejo del paciente con MC.⁵¹

Asimismo, la integración de la radiómica con la inteligencia artificial (IA) se está consolidando como una plataforma predictiva prometedora. Se espera que la combinación de estos métodos avanzados en neoplasias como el cáncer de mama —donde los tratamientos primarios incluyen mastectomía, radioterapia, quimioterapia e inmunoterapia— permita superar las limitaciones de los biomarcadores tradicionales (tales como CEA, HER2 o CA 19-9), los cuales no abarcan plenamente los requerimientos de precisión pronóstica requeridos. Por lo tanto, constituye una prioridad explorar nuevos biomarcadores con alto valor pronóstico y terapéutico.⁵²⁻⁵⁴

CONCLUSIONES

El cáncer constituye un problema de salud pública prioritario a nivel mundial que exige una reorientación de las líneas de investigación hacia enfoques modernos e integrales, acompañados de una validación continua de los biomarcadores y parámetros radiológicos actuales. La integración de biomarcadores séricos con hallazgos radiológicos y radiómicos revela una estrecha sinergia que promete transformar el diagnóstico precoz y la selección terapéutica. Este enfoque combinado permite optimizar el uso de los tratamientos primarios, evitando intervenciones quirúrgicas o esquemas citotóxicos drásticos cuando estos no aporten un beneficio claro, preservando así la calidad de vida del paciente. La combinación de perfiles moleculares con técnicas de imagen incrementa la especificidad diagnóstica y la precisión pronóstica. Modelos aplicados en cáncer de ovario, pulmón y carcinoma hepatocelular demuestran que esta estrategia combinada mejora sustancialmente la estratificación del riesgo y la toma de decisiones clínicas.

Al caracterizar la heterogeneidad tumoral no visible a simple vista, la radiómica permite clasificar el riesgo preoperatorio con mayor exactitud, optimizando la selección de candidatos a cirugía y guiando un manejo oncológico adaptado a la biología tumoral de cada paciente. Finalmente, resulta imprescindible estandarizar los protocolos de adquisición de imagen y validar los modelos predictivos multicéntricamente para garantizar su reproducibili-

dad y confiabilidad antes de su implementación generalizada en la práctica médica habitual.

DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (IGA)

La autora declara que no se utilizaron herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG), Modelos de Lenguaje a Gran Escala (LLM) ni tecnologías asistidas por Inteligencia Artificial (IA) en ninguna de las etapas de conceptualización, redacción, procesamiento de datos o creación de imágenes de este manuscrito.

REFERENCIAS

1. Sánchez NC. Conociendo y comprendiendo la célula cancerosa: fisiopatología del cáncer. *Rev Med Clin Condes*. 2013;24(4):553-62.
2. Binnewies M, Roberts EW, Kersten K, Chan V, Fearon DF, Merad M, *et al*. Understanding the tumor immune microenvironment (TIME) for effective therapy. *Nat Med*. 2018;24:541-50.
3. Baci D, Bosi A, Gallazzi M, Rizzi M, Noonan DM, Poggi A, *et al*. The ovarian cancer Tumor Immune Microenvironment (TIME) as target for therapy: a focus on innate immunity cells as therapeutic effectors. *Int J Mol Sci*. 2020;21:3125.
4. Yang C, Xia B-R, Zhang Z-C, Zhang Y-J, Lou G, Jin W-L. Immunotherapy for ovarian cancer: adjuvant, combination, and neoadjuvant. *Front Immunol*. 2020;11:577869.
5. Reschke R, Gajewski TF. CXCL9 and CXCL10 bring the heat to tumors. *Sci Immunol*. 2022;7:eabq6509.
6. Karin N. CXCR3 Ligands in cancer and autoimmunity, chemoattraction of effector T cells, and beyond. *Front Immunol*. 2020;11:976.
7. Bergamaschi C, Pandit H, Nagy BA, Stellas D, Jensen SM, Bear J, *et al*. Heterodimeric IL-15 delays tumor growth and promotes intratumoral CTL and dendritic cell accumulation by a cytokine network involving XCL1, IFN- γ , CXCL9 and CXCL10. *J Immunother Cancer*. 2020;8:e000599.
8. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, *et al*. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2021;71(3):209-49.
9. Lin Y, Zhang Q, Chen H, Liu S, Peng K, Wang X, *et al*. Multi-cancer early detection based on serum surface-enhanced Raman spectroscopy with deep learning: a large-scale case-control study. *BMC Med*. 2025;23(1):97. doi: 10.1186/s12916-025-03887-5.
10. Wu H, Liu J, Jing Z, Qi Z, Ma X, Zhao J, *et al*. Value of serum LncRNA KIF9-AS1 combined with CT signs in the diagnosis of benign and malignant early pulmonary nodules and its correlation with prognosis. *J Cardiothorac Surg*. 2025 20(1):228. doi: 10.1186/s13019-025-03438-2.
11. Ahmad WKM, Bedau T, Wang Y, Michels S, Rasokat A, Wolf J, Heldwein M, Schallenberg S, Quaas A, Büttner R, Tolkach Y.

- Development and clinical validation of a prognostic algorithm for stroma-tumor ratio quantification in non-small cell lung cancer. *Lung Cancer*. 2025 205:108613. doi: 10.1016/j.lungcan.2025.108613.
12. Hao Wen, Dongling Zou. Chinese guidelines for maintenance treatment of epithelial ovarian cancer (2021 edition). *Chin J Prac Gynecol Obstet*. 2021;37(6):640–9.
13. Torre LA, Trabert B, DeSantis CE, Miller KD, Samimi G, Runowicz CD, *et al*. Ovarian cancer statistics, 2018. *CA Cancer J Clin*. 2018;68:284–96.
14. Xia LY, Cao XC, Yu Y. Effect of HER2-low expression on the efficacy of neoadjuvant chemotherapy in triple-negative breast cancer. *Sci Rep*. 2025:19595. doi: 10.1038/s41598-025-03487-6.
15. Bleyer A, Welch HG. Effect of three decades of screening mammography on breast-cancer incidence. *N Engl J Med*. 2012;367(21):1998–2005.
16. Nishihara R, Wu K, Lochhead P, Morikawa T, Liao X, Qian ZR, *et al*. Longterm colorectal-cancer incidence and mortality after lower endoscopy. *N Engl J Med*. 2013;369(12):1095–105.
17. Huang KL, Wang SY, Lu WC, Chang YH, Su J, Lu YT. Effects of lowdose computed tomography on lung cancer screening: a systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis. *BMC Pulm Med*. 2019;19(1):126.
18. Zhang Y, Chen H, Lin D, Lin Z, Shi J, Gao H, *et al*. Comparison of [99mTc]Tc-FAPI SPECT/CT and [18F]FDG PET/CT as predictive biomarkers for immunotherapy response in gastrointestinal cancer. *Sci Rep*. 2025:16674. doi: 10.1038/s41598-025-01577-z.
19. Saba A, Ishaqi MSQ, Khan MS, Manzoor A, Ali SA. The Predictive Model of Suboptimal Primary Debulking Surgery among Women with Ovarian Cancer Using Pre-Operative Computerized Tomography, Tumor Markers and Comparison with the Intraoperative Findings: An Experience in Tertiary Care Hospital of Pakistan. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2025;26(5):1671–1679. doi: 10.31557/APJCP.2025.26.5.1671.
20. Wright AA, Bohlke K, Armstrong DK, Bookman MA, Cliby WA, Coleman RL, *et al*. Neoadjuvant chemotherapy for newly diagnosed, advanced ovarian cancer: Society of Gynecologic Oncology and American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline. *Gynecol Oncol*. 2016;143(1):3–15. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2016.05.022>.
21. Janco JM, Glaser G, Kim B, McGree ME, Weaver AL, Cliby WA, *et al*. Development of a prediction model for residual disease in newly diagnosed advanced ovarian cancer. *Gynecol Oncol*. 2015;138(1):70–7. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2015.04.013>.
22. Jung DC, Kang S, Kim SC, Kim JW, Nam JH, Ryu SY, *et al*. Use of complex surgical procedures, patterns of tumor spread, and CA-125 predicts a risk of incomplete cytoreduction: a Korean Gynecologic Oncology Group study (KGOG-3022). *Gynecol Oncol*. 2013;131(2):336–40. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2013.07.110>.
23. Naik R, Suchitra R, Naik B. Comparative study of pre-operative CT scan and per-operative findings in carcinoma ovary. *Int J Reprod Contracept Obstet Gynecol*. 2015;4(5):1367–73. <https://doi.org/10.18203/2320-1770.ijrcog20150713>
24. Rumgay H, Arnold M, Ferlay J, *et al*. Global burden of primary liver cancer in 2020 and predictions to 2040. *J Hepatol*. 2022;77:1598–606.
25. Jin ZL, Zhao LJ. Construction of a nomogram for predicting the risk of primary liver cancer occurrence in patients with liver cysts using CT imaging features combined with alpha-fetoprotein. *Medicine (Baltimore)*. 2025:e42719. doi: 10.1097/MD.00000000000042719.
26. Hanif H, Ali MJ, Susheela AT, *et al*. Update on the applications and limitations of alpha-fetoprotein for hepatocellular carcinoma. *World J Gastroenterol*. 2022;28:216–29. doi: 10.3748/wjg.v28.i2.216
27. Ruch B, Wagler J, Kumm K, *et al*. Hepatocellular carcinoma, alpha fetoprotein, and liver allocation for transplantation: past, present and future. *Curr Oncol*. 2022;29:7537–51. doi: <https://doi.org/10.3390/curroncol29100593>
28. Belot A, Velten M, Grosclaude P, Bossard N, Launoy G, Remontet L, *et al*. (2008). Estimation nationale de l'incidence et de la mortalité par cancer en France entre 1980 et 2005. Institut de veille sanitaire Saint-Maurice (France) 56:159.
29. Alberg AJ, Brock MV, Ford JG, Samet JM, Spivack SD (2013). Epidemiology of lung cancer: diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 143(Suppl 5):e1S–e29S
30. Bouvier A-M, Jooste V, Launoy G, Bouvier V, Cariou M, Lecoiffre C *et al*. (2020). Survie des personnes atteintes de cancer en France métropolitaine.
31. Sancho-Garnier H, Villet R, Rouëssé J, Dubois G, Laredo JD, Triboulet JP (2021). Rapport 21-02. Le dépistage du cancer du poumon par scanner thoracique faible dose (STFD) reste non justifié, mais peut être utile pour un bilan de santé des fumeurs. *Bull Acad Natl Méd* 205:441–447
32. Anderson CM, Burns DM, Dodd KW, Feuer EJ (2012). Chapter 2: birth-cohortspecific estimates of smoking behaviors for the U.S. population. *Risk Anal* 32(Suppl 1):S14–S24.
33. Guilbert P, Gautier A, Beck F, Peretti-Watel P, Wilquin J-L, Léon C, *et al*. (2005). Tabagisme: estimation de la prévalence déclarée, baromètre santé, France, 2004-2005. *Bull Épidémiol Hebd* 22:9798.
34. Leleu H, Berkovitch Q, Bonastre J, Caramella C, Giroux-Leprieur É, Lefèvre L, *et al*. Efficacy and cost-effectiveness of lung cancer screening in France with low-dose computed tomography. *Eur J Cancer Prev*. 2025. doi: 10.1097/CEJ.0000000000000973.
35. Meza R, Jeon J, Toumazis I, ten Haaf K, Cao P, Bastani M, *et al*. (2021). Evaluation of the benefits and harms of lung cancer screening with low-dose computed tomography: modeling study for the US Preventive Services Task Force. *JAMA* 325:988–997.
36. Rockall AG, Qureshi M, Papadopolou I, Saso S, Butterfield N, Thomassin-Naggara I, *et al*. Role of imaging in fertility-sparing treatment of gynecologic malignancies. *Radiographics*. 2016;36(7):2214–33. <https://doi.org/10.1148/rg.2016150254>.
37. Wu H, Tong H, Du X, *et al*. Vascular habitat analysis based on dynamic susceptibility contrast perfusion MRI predicts IDH

- mutation status and prognosis in high-grade gliomas. *Eur Radiol*. 2020;30(6):3254–65.
38. Zeng D, Song Z, Liu Q, Huang J, Wang X, Tang Z. Radiomics analysis of dual-layer detector spectral CT-derived iodine maps for predicting Ki-67 PI in pancreatic ductal adenocarcinoma. *BMC Med Imaging*. 2025;25(1):124. doi: 10.1186/s12880-025-01664-7.
39. Rizzo S, Botta F, Raimondi S, Origgi D, Fanciullo C, Morganti AG, *et al*. Radiomics: the facts and the challenges of image analysis. *Eur Radiol Exp*. 2018;2(1):36. doi:10.1186/s41747-018-0068-z
40. Wu H, Liu J, Jing Z, Qi Z, Ma X, Zhao J, Huang L. Value of serum LncRNA KIF9-AS1 combined with CT signs in the diagnosis of benign and malignant early pulmonary nodules and its correlation with prognosis. *J Cardiothorac Surg*. 2025;20(1):228. doi: 10.1186/s13019-025-03438-2.
41. Wang Y, Jing L, Liang C, Liu J, Wang S, Wang G. Comparison of the safety and effectiveness of the four-hook needle and Hook wire for the preoperative positioning of localization ground glass nodules. *J Cardiothorac Surg*. 2024;19(1):35. Larici AR, Farchione A, Franchi P, Ciliberto M, Cicchetti G, Calandriello L *et al*. Lung nodules: size still matters. *Eur Respir Rev*. 2017;26(146).
42. Larici AR, Farchione A, Franchi P, Ciliberto M, Cicchetti G, Calandriello L *et al*. Lung nodules: size still matters. *Eur Respir Rev*. 2017;26(146).
43. Sicular S, Alpaslan M, Ortega FA, Keathley N, Venkatesh S, Jones RM *et al*. Reevaluation of missed lung cancer with artificial intelligence. *Respir Med Case Rep*. 2022;39:101733.
44. Grunnet M, Sorensen JB. Carcinoembryonic antigen (CEA) as tumor marker in lung cancer. *Lung Cancer*. 2012;76(2):138–43.
45. Zhang X, Han L, Nie F, Zhang H, Li L, Liang R. Development of a radiomic model to predict CEACAM1 expression and prognosis in ovarian cancer. *Sci Rep*. 2025;15(1):15259. doi: 10.1038/s41598-025-99625-1.
46. Wang X, Xing Y, Zhou X, Wang C, Han S, Zhao S. Radiomics Signatures Based on Computed Tomography for Noninvasive Prediction of CXCL10 Expression and Prognosis in Ovarian Cancer. *Cancer Rep (Hoboken)*. 2024:e70030. doi: 10.1002/cnr2.70030.
47. Gu R, Tan S, Xu Y, Pan D, Wang C, Zhao M, *et al*. CT radiomics prediction of CXCL9 expression and survival in ovarian cancer. *J Ovarian Res*. 2023 Aug 180. doi: 10.1186/s13048-023-01248-5.
48. Xia C, Dong X, Li H, Cao M, Sun D, He S, *et al*. Cancer statistics in China and United States, 2022: profiles, trends, and determinants. *Chin Med J (Engl)*. 2022;135:584–90.
49. Yang L, Xie HJ, Li YY, Wang X, Liu XX, Mai J. Molecular mechanisms of platinum-based chemotherapy resistance in ovarian cancer (Review). *Oncol Rep*. 2022;47:82.
50. Brandt EF, Baues M, Wirtz TH, *et al*. “Chemokine CXCL10 Modulates the Tumor Microenvironment of Fibrosis-Associated Hepatocellular Carcinoma,” *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(15): 8112. <https://doi.org/10.3390/ijms23158112>.
51. Salbas A, Koc AM, Coskun M, Horoz EM, Sengul A, Gelal MF. Temporal evolution of MRI findings and survival outcomes in patients with brain metastases after stereotactic radiosurgery. *BMC Med Imaging*. 2025; 161. doi: 10.1186/s12880-025-01713-1.
52. Li Q, Li W, Wang J, Li X, Ji Y, Wu M. Non-invasive prediction of DCE-MRI radiomics model on CCR5 in breast cancer based on a machine learning algorithm. *Cancer Biomark*. 2025 18758592251332852. doi: 10.1177/18758592251332852.
53. Siegel RL, Giaquinto AN, Jemal A. Cancer statistics, 2024. *CA Cancer J Clin* 2024; 74: 12–49. Crossref. PubMed. Web of Science.
54. Loibl S, Poortmans P, Morrow M, *et al*. Breast cancer. *Lancet (London, England)* 2021; 397: 1750–1769. Crossref. Web of Science.