

ALGORITMOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA EVALUACIÓN DE MAMOGRAFÍAS: ¿ESTÁN LISTOS? ARTÍCULO DE REVISIÓN

VÍCTOR ACOSTA MARIN¹ 
OSWALDO RAMOS²
VÍCTOR ACOSTA FREITES¹
ORLANDO APONTE¹
NATALIE KORSUN¹
FÁTIMA GUTIERREZ¹
ANA MARÍA SANTIAGO¹
ANA KARINA RAMÍREZ¹
CARMEN ELENA MARIN¹
MARTHELENA ACOSTA¹
CAREN GONZALEZ³

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS FOR MAMMOGRAPHY EVALUATION. ARE THEY READY?

RESUMEN

El cáncer de mama representa un importante desafío para la salud mundial, que afecta a millones de mujeres en todo el mundo. Se ha establecido claramente que la detección temprana es crucial para mejorar el pronóstico y la tasa de supervivencia de las pacientes con cáncer de mama. La mamografía es una herramienta de detección ampliamente utilizada para el cáncer de mama, ya que se ha demostrado que detecta eficazmente los tumores antes de que se vuelvan clínicamente palpables. En los últimos años, el uso de algoritmos de inteligencia artificial (IA) en la evaluación de las mamografías ha ganado una atención significativa. Estos algoritmos tienen el potencial de mejorar la precisión y la eficiencia de la detección del cáncer de mama al ayudar a los radiólogos en la detección y clasificación de lesiones sospechosas, lo que puede ayudar a reducir la carga de trabajo de los radiólogos al automatizar el proceso de detección inicial, además les permite centrarse en casos más complejos.

Palabras clave: Cáncer de mama, cribado, mamografía, Inteligencia Artificial, algoritmos

ABSTRACT

Breast cancer represents a significant global health challenge, impacting millions of women worldwide. It has been well-established that early detection is crucial for improving the prognosis and survival rate of breast cancer patients. Mammography is a widely used screening tool for breast cancer, as it has been shown to effectively detect tumors before they become clinically palpable. In recent years, the use of artificial intelligence (AI) algorithms in the evaluation of mammograms has gained significant attention. These algorithms have the potential to improve the accuracy and efficiency of breast cancer screening by assisting radiologists in the detection and classification of suspicious lesions, this can help to reduce the workload of radiologists by automating the initial screening process, allowing them to focus on more complex cases.

Key words: Breast cancer, screening, mammography, Artificial Intelligence, algorithms

1. Centro Clínico de la Mama - CECLIM, Caracas-Venezuela. Correo-e: Dr.VictorAcostaMarin@gmail.com
2. Centro Clínico La Sagrada Familia, Maracaibo - Venezuela
3. Centro de Diagnóstico HIGEA, Barquisimeto, Lara, Venezuela

Recepción: 15/08/2024
Aprobación: 02/10/2024
DOI: [10.48104/RVC.2024.77.2.4](https://doi.org/10.48104/RVC.2024.77.2.4)
www.revistavenezolanadecirugia.com

El cáncer de mama representa un importante desafío para la salud mundial, que afecta a millones de mujeres en todo el mundo. En 2022, se estimó que más de 2,3 millones de mujeres fueron diagnosticadas con cáncer de mama, lo que lo convierte en el cáncer más comúnmente diagnosticado a nivel mundial en mujeres.¹ Si bien las tasas de incidencia varían según las regiones, Estados Unidos se registra una carga particularmente alta, con un estimado de 310.720 nuevos casos de cáncer de mama, esperados en mujeres solo en 2024.² En América del Sur y Europa, las tasas de incidencia y mortalidad muestran una variación considerable entre países, probablemente influenciada por factores como el acceso a la atención médica y la participación en programas de detección, y continúa representando un desafío de salud importante tanto en América del Sur como en Europa.¹ A pesar de estas diferencias regionales, el cáncer de mama sigue siendo una de las principales causas de muerte relacionada con el cáncer en mujeres en todo el mundo, lo que resalta la imperiosa necesidad de estrategias efectivas de prevención, detección temprana y tratamiento.

Está bien establecido que la detección temprana es crucial para mejorar el pronóstico y la tasa de supervivencia de las pacientes con cáncer de mama. Para detectar y diagnosticar eficazmente el cáncer de mama en sus etapas más tempranas, es esencial el uso de técnicas de diagnóstico por imágenes precisas, como la mamografía.³ La mamografía es una herramienta de detección ampliamente utilizada para el cáncer de mama, ya que se ha demostrado que detecta eficazmente los tumores antes de que se vuelvan clínicamente palpables. Sin embargo, la interpretación de las mamografías es compleja y depende en gran medida de la experiencia de los radiólogos, los cuales a menudo enfrentan desafíos para interpretar con precisión las mamografías debido a la variabilidad en la composición del tejido mamario y la naturaleza sutil de los tumores en etapa temprana.⁴ Esto sin contar la gran carga de trabajo por los números ya señalados.

En los últimos años, el uso de algoritmos de inteligencia artificial (IA) en la evaluación de mamografías ha ganado una atención significativa.^{5,6} Estos algoritmos tienen el potencial de mejorar la precisión y la eficiencia de la detección del cáncer de mama al ayudar a los radiólogos en la detección y clasificación de lesiones sospechosas, esto puede ayudar a reducir la carga de trabajo de los radiólogos al automatizar el proceso de detección inicial, lo que les permite centrarse en casos más complejos. Varios estudios han demostrado la capacidad de los algoritmos de IA para superar a los radiólogos humanos en la detección y clasificación de la densidad y las lesiones mamarias, con mayores tasas de sensibilidad y especificidad (Figura 1A-B y Figura 2A-B). Por ejemplo, Logan *et al.* publicaron en 2023 pasado una revisión exhaustiva de la literatura sobre el algoritmo de aprendizaje profundo, a través de su aplicación fue capaz de lograr una sensibilidad del 90% y una especificidad del 85% en la detección del cáncer de mama, en comparación con el rendimiento promedio del radiólogo de 77% de sensibilidad y 79% de especificidad.⁵ Además, estos algoritmos aún necesitan

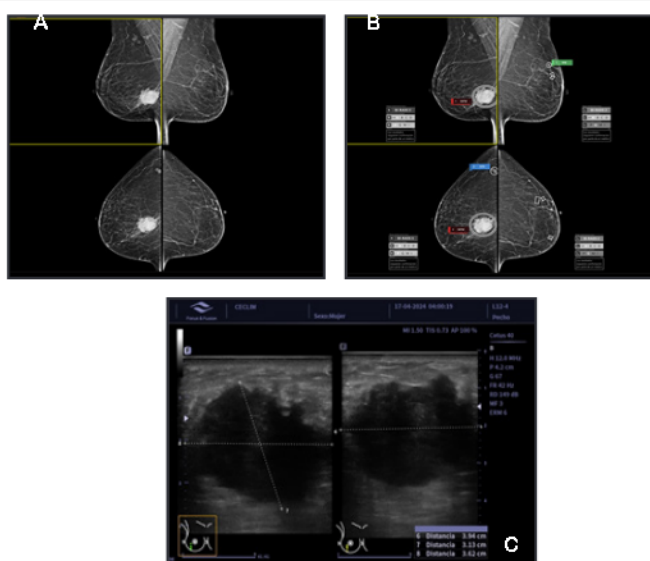


Figura 1. A. Paciente de 48 años con una masa palpable en el cuadrante inferior de su mama derecha. 1.B. El algoritmo de IA identifica la lesión como altamente sugestiva de malignidad. 1.C. En la ecografía, una masa sólida irregular altamente sospechosa. Centro Clínico de la Mama - CECLIM, Caracas - Venezuela. Work station for mammography, DIARM DM™, y brAlnray™, Artificial Intelligence for Mammography, USA, 2024, www.medicalscientific.com

información de entrada para seguir optimizando su ya alto rendimiento (Figura 2 C-D).

Además, en un estudio realizado por Schaffter y col, en el que se utilizaron 144231 mamografías de 85580 mujeres de Estados Unidos y 166578 mamografías de 68008 mujeres de Suecia, ningún algoritmo de IA superó los parámetros de referencia de los radiólogos comunitarios estadounidenses; la inclusión de datos clínicos y mamografías previas no mejoró el rendimiento de la IA. Sin embargo, la combinación de el desempeño del mejor algoritmo de IA son el mejor rendimiento por radiólogo demostró una mayor especificidad.⁷

Adicionalmente, los algoritmos de IA pueden detectar anomalías sutiles que los radiólogos podrían pasar por alto, mejorando así la detección temprana del cáncer de mama.⁸ El uso de algoritmos de IA en la detección mamográfica puede conducir a una mayor coherencia y estandarización en la interpretación de las mamografías, lo que en última instancia puede conducir a diagnósticos más precisos y mejores resultados para los pacientes.

Investigaciones recientes, como el innovador ensayo de detección de mamografía con inteligencia artificial (MASAI Trial), ofrecen perspectivas prometedoras sobre el potencial de la IA en la detección del cáncer de mama. Este estudio a gran escala concluyó que la detección asistida por IA logró una tasa de detección de cáncer similar a la doble lectura estándar por parte de los radiólogos. Es importante destacar que la IA redujo significativamente la carga de trabajo de lectura de pantalla en un 44,3 %, lo que destaca su potencial para mejorar la eficiencia en los programas de cribado.⁹ Datos recientes compartidos por el

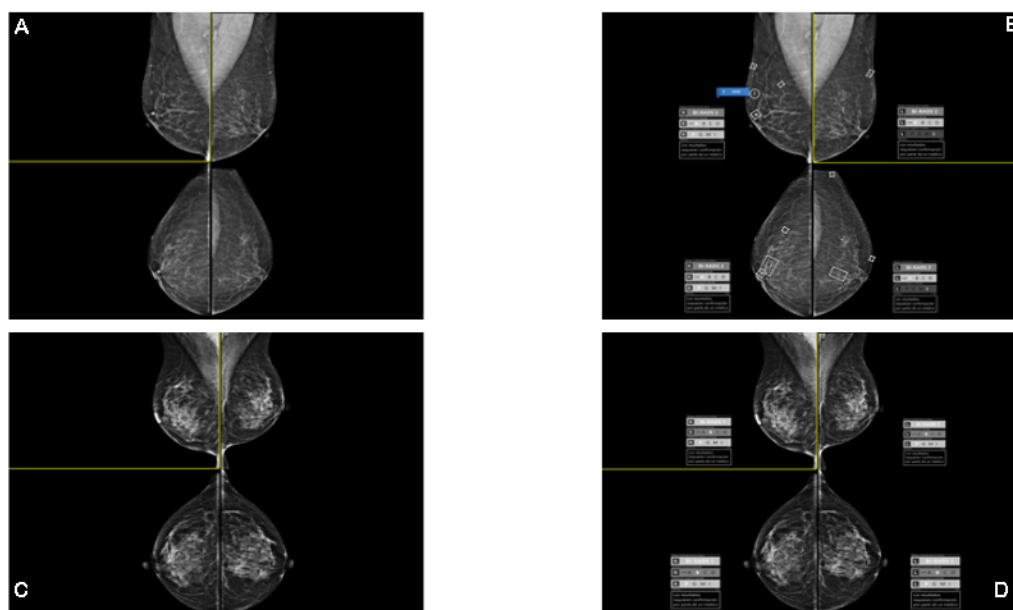


Figura 2. Una de las áreas más desarrolladas en los algoritmos de IA es la evaluación de la densidad mamaria. 2.A. Esta es una paciente de 66 años de edad con mamas fundamentalmente adiposas, categorizado por el algoritmo de IA como ACR A, sin ningún otro hallazgo sospechoso. 2.B. Esta categorización de la densidad mamaria por el algoritmo de IA coincidió con la impresión de 4 radiólogos expertos en mamografía. 2.C. Esta es una paciente de 52 años con mamas heterogéneamente densas, categorizada por el algoritmo de IA como ACR B, sin ningún otro hallazgo sospechoso. 2.D. Esta categorización de la densidad mamaria por el algoritmo de IA no coincidió con la apreciación de los 4 radiólogos, quienes concluyeron ACR C. Centro Clínico de la Mama - CECLIM, Caracas - Venezuela Work station for mammography, DIARM DM™ and brAIInray™, Artificial Intelligence for Mammography, USA, 2024, www.medicalscientific.com

Dr. Lång en el Congreso Europeo de Radiología en Viena de este año 2024, luego de haber logrado alcanzar un reclutamiento de 106000 participantes, Transpara (versión 1.7.0 - ScreenPoint Medical, Nijmegen, Países Bajos) tuvo una tasa de detección de cáncer un 28 % mayor por cada 1000 mujeres (6,4 frente a 5,0), una diferencia que fue estadísticamente significativa ($p = 0,002$) (resultados no publicados).

A pesar del potencial prometedor de los algoritmos de IA en la evaluación de las mamografías, también existen algunas limitaciones y desafíos que deben abordarse. Uno de los desafíos clave es la necesidad base de datos de conjuntos voluminosos, diversos y bien incluidos para entrenar y validar estos algoritmos.¹⁰ Otro desafío es la necesidad de una evaluación y validación rigurosa de estos algoritmos en entornos clínicos del mundo real y ensayos clínicos prospectivos para garantizar su seguridad, eficacia y generalización⁴. Aparte de todos estos algoritmos de aprendizaje profundo para la evaluación de la mamografía, en este momento falta información sobre la historia personal o familiar de los pacientes y la información de otras modalidades de imágenes como la ecografía, la mamografía con contraste o la resonancia magnética y su correlación con las muestras de patología. Aún necesitamos más tiempo para llegar al "mejor momento" de los algoritmos

de IA (Figura 3). Mientras escribimos este artículo de revisión, se están desarrollando asistentes médicos artificiales para abordar estas limitaciones que acabamos de señalar, pero aún no para un uso clínico generalizado.

A medida que el campo de la IA en la atención médica continúa evolucionando, es probable que la integración de estos algoritmos en el proceso de detección del cáncer de mama se generalice a todas las áreas involucradas, desde el ámbito clínico a los estudios de imágenes morfológicas y funcionales, lo que conducirá a mejores resultados para las pacientes y sistemas de atención médica más eficientes.¹⁰ Además, es fundamental garantizar que estos algoritmos se desarrollen e implementen de manera ética y responsable, con las salvaguardas adecuadas para proteger la privacidad de las pacientes y garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados.¹¹ Un área de interesante desarrollo es la predicción de lesiones malignas según la estimación de riesgo en base a modelos ya conocidos. Al respecto Arasu y col publicaron recientemente un estudio retrospectivo donde incluyeron mamografías de 13,435 pacientes en 2016 y que fueron seguidas hasta el año 2021.¹² Utilizaron el modelo de predicción de riesgo a 5 años del *Breast Cancer Surveillance Consortium* (BCSC) y lo compararon con el desempeño del algoritmo de IA. Utilizando el área debajo de la curva (ADC) como

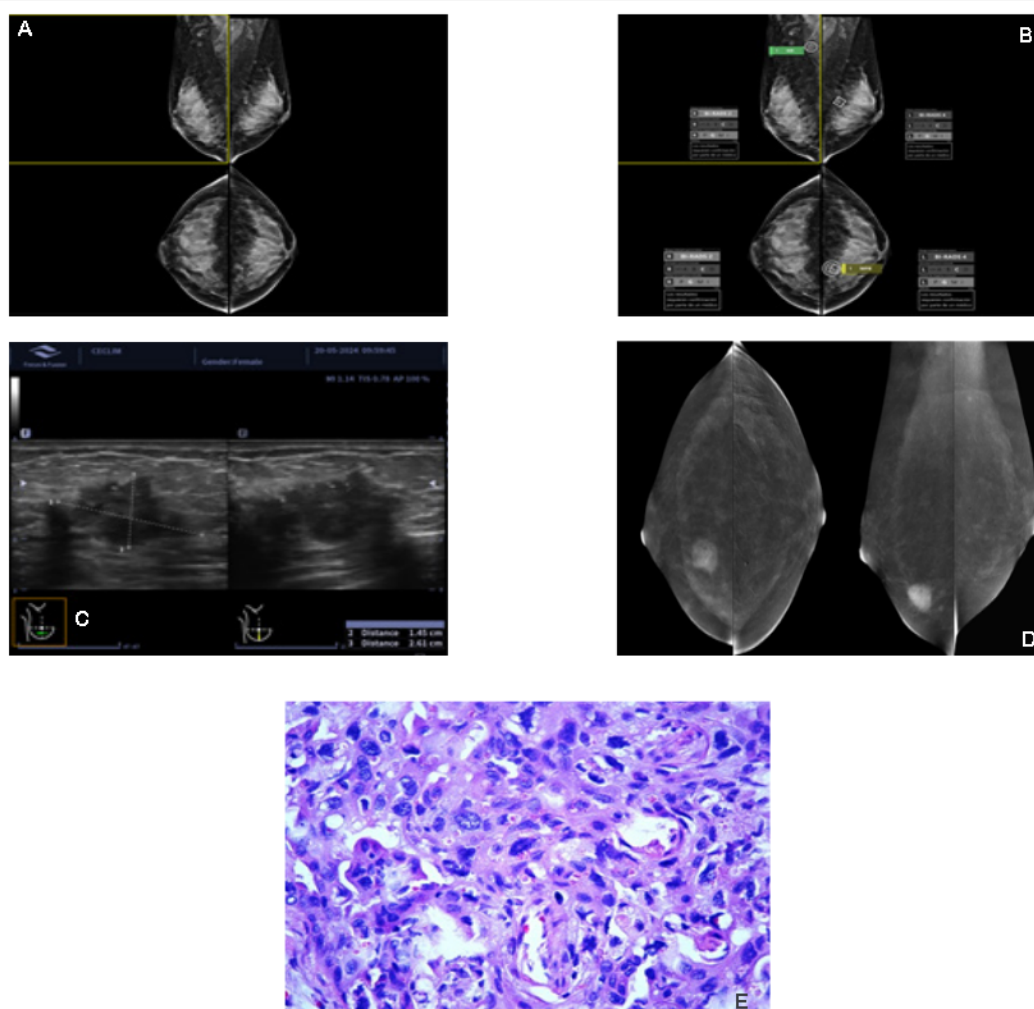


Figura 3. A. Paciente de 43 años con una masa palpable en su mama derecha. No es evidente por Mamografía Digital. 3.B. No identificada por algoritmo de IA. 3.C. En la ecografía una masa sólida irregular altamente sospechosa. 3.D. En la Mamografía con Contraste la imagen re combinada resalta una masa en su polo inferior (hipercaptante). 3.E. Carcinoma ductal infiltrante en la biopsia con aguja gruesa. Centro Clínico de la Mama - CECUM, Caracas - Venezuela. Work station for mammography, DIARM DM™ and brAlray™, Artificial Intelligence for Mammography, USA, 2024, www.medicalscientific.com

el indicador para tal desempeño, encontraron que el aumento absoluto en el ADC para el algoritmo de IA en relación con modelo del BCSC fue de 0,09 para el riesgo de cáncer de intervalo y de 0,06 para el riesgo general a 5 años, una mejora sustancial y clínicamente significativa a favor del algoritmo. Este resultado fue aún mejor con la combinación del algoritmo de IA más el modelo del BCSC en comparación a la IA por si sola (ADC AI + BCSC, 0,66–0,68; p ajustada por Bonferroni <0,0016). A pesar de estos resultados prometedores, el impacto de los modelos de IA en las decisiones clínicas que requieren una predicción de riesgo necesita más estudios.

Es importante señalar que la implementación de algoritmos de IA para mamografías en el cribado cáncer de mama aún se encuentra en sus primeras etapas. Es necesario que radiólogos

especializados en mama participen en el proceso de toma de decisiones cuando se aplican estas herramientas, y se necesita más investigación para evaluar y comprender completamente su eficacia clínica.

REFERENCIAS

1. Bray F, Laversanne M, Sung H, *et al*. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2024; 74(3): 229-263. doi:10.3322/caac.21834
2. Siegel RL, Giaquinto AN, Jemal A. Cancer statistics, 2024. *CA Cancer J Clin*. 2024; 74(1): 12-49. doi:10.3322/caac.21820
3. Tot T, Gere M, Hofmeyer S, Bauer A, Pellas U. The clinical value of detecting microcalcifications on a mammogram. *Semin Cancer Biol*. 2021; Jul 72:165-174. doi: 10.1016/j.semcancer.2019.10.024. Epub 2019 Nov 14. PMID: 31733292.

4. Li Y, Brennan PC, Lee W, Nickson C, Pietrzyk MW, Ryan EA. An Investigation into the Consistency in Mammographic Density Identification by Radiologists: Effect of Radiologist Expertise and Mammographic Appearance. *J Digit Imaging*. 2015; 28(5):626-32. doi: 10.1007/s10278-015-9814-4. PMID: 26259522; PMCID: PMC4570902.
5. Logan, J., Kennedy, P.J. & Catchpoole, D. A review of the machine learning datasets in mammography, their adherence to the FAIR principles and the outlook for the future. *Sci Data*. 2023; 10, 595. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02430-6>
6. Hickman, S., Woitek, R., Le, E., Im, Y R, Luxhøj, C M., Avilés-Rivero, A I, Baxter, G., Mackay, J., & Gilbert, F J. Machine Learning for Workflow Applications in Screening Mammography: Systematic Review and Meta-Analysis. *Radiological Society of North America*. 2022; 302(1), 88-104. <https://doi.org/10.1148/radiol.2021210391>
7. Schaffter, T., Buist, D S., Lee, C I., Nikulin, Y., Ribli, D., Guan, Y., Lotter, W., *et al*. Evaluation of Combined Artificial Intelligence and Radiologist Assessment to Interpret Screening Mammograms. *American Medical Association*. 2020; 3(3), e200265-e200265. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.0265>
8. Larsen M, Olstad CF, Koch HW, Martiniussen MA, Hoff SR, Lund-Hanssen H, *et al*. AI Risk Score on Screening Mammograms Preceding Breast Cancer Diagnosis. *Radiology*. 2023 Oct; 309(1):e230989. doi: 10.1148/radiol.230989. PMID: 37847135.
9. Lång K, Josefsson V, Larsson AM, Larsson S, Högberg C, Sartor H, *et al*. Artificial intelligence-supported screen reading versus standard double reading in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a clinical safety analysis of a randomised, controlled, non-inferiority, single-blinded, screening accuracy study. *Lancet Oncol*. 2023 Aug; 24(8):936-944. doi: 10.1016/S1470-2045(23)00298-X. PMID: 37541274.
10. Bhinder, B., Gilvary, C., Madhukar, N S., & Elemento, O. Artificial Intelligence in Cancer Research and Precision Medicine. *American Association for Cancer Research*. 2021; 11(4), 900-915. <https://doi.org/10.1158/2159-8290.cd-21-0090>
11. Houssarri N, Marinovich ML. AI for mammography screening: enter evidence from prospective trials. *Lancet Digit Health*. 2023 Oct; 5(10):e641-e642. doi: 10.1016/S2589-7500(23)00176-0. Epub 2023 Sep 8. PMID: 37690910.
12. Arsu VA, Habel LA, Achacoso NS, Buist DSM, Cord JB, Esserman LJ, *et al*. Comparison of Mammography AI Algorithms with a Clinical Risk Model for 5-year Breast Cancer Risk Prediction: An Observational Study. *Radiology*. 2023 Jun;307(5):e222733. doi: 10.1148/radiol.222733. PMID: 37278627; PMCID: PMC10315521.