

La batalla del Siglo XXI: ¡Biotecnología vs cáncer de mama!

The Battle of the 21st Century: Biotechnology vs. Breast Cancer!

Edgardo Uriel Martínez Leal¹, Irving Alán Martínez Leal²

1. Facultad de Ciencias Químicas- Ingeniería en biotecnología, Universidad Veracruzana. Orizaba, Ver., México.
2. Facultad de Medicina- Licenciatura en Médico Cirujano, Universidad Veracruzana. Cd. Mendoza, Ver., México.

Contacto: zs19005134@estudiantes.uv.mx

Resumen. La biotecnología es una ciencia que aborda muchos sectores, con mayor auge en el enfoque médico. Uno de sus tantos usos es la detección y creación de tratamientos en contra de enfermedades, como lo es el cáncer de mama, que representa el tipo de tumor maligno más diagnosticado a nivel mundial. Por medio de biomarcadores tumorales y pruebas moleculares se logra conocer la conducta o grado de malignidad, para adecuar la estrategia terapéutica y atención de los profesionales de salud.

Palabras clave: biotecnología, cáncer, mama.

Abstract. Biotechnology is a multidisciplinary science that encompasses numerous sectors, especially in the medical field. One of its many applications is the detection and development of treatments for diseases, such as breast cancer, the most frequently diagnosed malignant tumor worldwide. Through tumor biomarkers and molecular testing, it is possible to determine the behavior or degree of malignancy to adapt the therapeutic strategy and the care provided by healthcare professionals.

Keywords: biotechnology, cancer, breast.

Introducción

La biotecnología es una ciencia con varios enfoques que tiene como principal propósito saber utilizar organismos o sistemas biológicos para la fabricación de procesos y productos que favorezcan la calidad de vida de la sociedad, esto a través de sus distintas ramas como lo son: ambiental, industrial, el mundo vegetal, animal, marino y una de las más importantes en los últimos años... la biotecnología médica (Liao et al, 2023).

Esta se centra en la producción de medicamentos, tratamientos y métodos para identificar una enfermedad; por ejemplo: el cáncer de mama (CM). A lo largo del texto, descubrirás cómo estas herramientas científicas han revolucionado la forma en que enfrentamos los problemas de salud del S.XXI.

Hablemos de cáncer de mama...

¿Alguna vez te haz preguntado cuantos casos de cáncer de mama se detectan al año? No lo crearás, pero existen indicadores que lo aproximan al 12% de la población. De acuerdo con datos estadísticos de la Organización

Mundial de la Salud (OMS) en 2022 hubo 2.29 millones de casos positivos, donde 666 mil fallecieron. En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) reportó que, durante 2023, la mortalidad en pacientes mayores de 20 años fue del 17.9 por cada 100,000 habitantes, destacando el estado de Sonora por presentar la mayor tasa de muertes. Por desgracia, durante ese mismo año se registraron 8,034 defunciones nacionales por CM, es decir, el 9.0% de fallecimientos entre los tumores malignos. Así mismo, el grupo poblacional con mayor incidencia correspondió a mujeres de entre 60 a 74 años.

Para que tengas mayor contexto, el cáncer de mama es una neoplasia maligna que se origina por un incremento de células tumorales, sin control y con un desorden estructural en el tejido mamario, debido a variaciones genéticas que desencadenan irregularidades en el cuerpo; dichas alteraciones a su vez pueden causar la extensión del CM, conocido como diseminación o metástasis.

En varias ocasiones su mal pronóstico está relacionado a la falta de ingresos económicos, tratamientos tardíos y poca información del tema en nuestro país.

La prevención secundaria de cáncer de mama busca reducir la morbilidad mediante una detección temprana, para que las probabilidades de supervivencia sean mayores. Con la finalidad de gestionar cambios oportunos con intervenciones mínimas, esta se fundamenta en un hallazgo precoz (tamizaje y autoexploración) (Gomes & Mormino, 2020).

Biomarcadores: Pistas moleculares del cáncer.

Los biomarcadores tumorales se han convertido en uno de los métodos más comunes para el diagnóstico sencillo, rápido y menos invasivo del cáncer. Estos funcionan como señales biológicas que las células malignas dejan en el organismo, antes de que la enfermedad se presente de forma alarmante. En términos generales, imagínate un biomarcador como un indicador que,

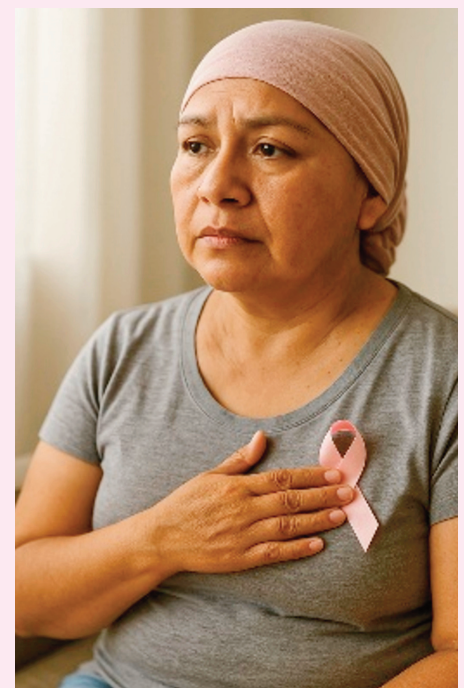


Figura 1.- Mujer con diagnóstico de cáncer.
Fuente: IA, ChatGPT.



Figura 2.-Detección de biomarcadores tumorales.
Fuente: IA, ChatGPT

Tabla 1. Subtipos moleculares del cáncer de mama

Resultados IHC de biomarcadores	Subtipo molecular	Características
RE+, RP>20%, Ki-67<20% y HER2-	Luminal A (LA)	El subtipo más frecuente y menos agresivo con buena respuesta a la terapia hormonal y crecimiento lento.
HER2-, RE+, RP<20% o Ki-67>20%	Luminal B (HER2-) (LB-)	Subtipo con agresividad intermedia y una proliferación alta de las células. Los tratamientos usados son: terapia hormonal y quimioterapia.
HER2+, RE+, RP y Ki-67 cualquier valor	Luminal B (HER+) (LB+)	Subtipo con agresividad media-alta, crecimiento de células más rápido y con terapia dirigida anti-HER2.
HER2+, RE- y RP-	HER2	Alta agresividad con proliferación rápida, común en pacientes jóvenes y buena respuesta a las terapias dirigidas anti-HER2.
RE-, RP- y HER2-	Triple negativo (TN)	Agresividad muy alta, solo responde a quimioterapias, frecuente en jóvenes, con crecimiento de células muy rápida, genera metástasis comúnmente en pulmón y pronóstico desfavorable.

mediante técnicas y pruebas, logra identificar y medir la cantidad de proteínas, ácidos nucleicos u hormonas que hay en nuestro cuerpo. Gracias a los avances de la biotecnología, estos componentes pueden ser analizados y estudiados; así cuando se detectan un exceso de concentraciones anormales de alguna de estas, como los estrógenos, es posible relacionarlo con un mayor riesgo a desarrollar cáncer de mama o de endometrio (Manuel García-Redondo, 2023).

Una vez entendido lo anterior, para esta enfermedad existen cuatro biomarcadores tumorales: RE (receptor de estrógenos), RP (receptor de progesterona), HER2 (Receptor de Crecimiento Epidérmico Humano 2) y Ki-67 (proteína reguladora de proliferación celular) los cuales, según el Consenso de Colima 2025, nos permiten clasificar la neoplasia en cinco subtipos: Triple negativo, HER2, Luminal A, Luminal B HER positivo y Luminal B HER negativo... Suena un poco confuso, ¿cierto?

Tranquilo, saber esto nos ayuda a averiguar qué tan peligroso es el tumor y la forma en que este se comporta, por ejemplo, el “Triple negativo” de acuerdo con diversas fuentes es el más agresivo de los cinco, ya que genera una metástasis rápida; todo lo contrario, al “Luminal A”, con una mejor expectativa, donde en

términos clínicos, “salen adelante”. (Kawiak,2023)

El conocer el subtipo ayuda a proporcionar un tratamiento más preciso y eficaz para cada una de las categorías del CM, aparte de proporcionar un mejor asesoramiento al paciente.

Pongamos un ejemplo, imagina que una familiar tuya sufre de cáncer de mama, esta se realiza las pruebas necesarias y en sus resultados la clasifican como una paciente de subtipo molecular HER2, de acuerdo con lo observado en los análisis inmunohistoquímicos de los biomarcadores.

A partir de esta información, es que los doctores pueden saber que el caso de tu familiar lo pueden tratar con “terapia dirigida anti-HER2”, ya que el tumor es provocado por un exceso de la proteína HER2 que favorece al crecimiento descontrolado de las células cancerígenas. Todo esto con unos resultados de biomarcadores tumorales, que sencillo, ¿verdad?

Para que entiendas un poco más acerca de los subtipos moleculares del CM, en la siguiente tabla se explica las principales características de estos y como los podemos clasificar a partir de los resultados inmunohistoquímicos (IHC) de los biomarcadores:

Biotechnólogos en acción: ¡Hechos que salvan vidas!

La biotecnología es una aliada invisible que, mediante el uso de diversos estudios, ayuda a la evaluación oportuna del cáncer de mama, tal como ocurre con la prueba de “Hibridación In Situ Fluorescente” o mejor conocida por sus siglas como “FISH”, una técnica que nos indica cambios en el protooncogén mamario HER2, a partir de sondas marcadas con fluorescencia que perciben una sobreexpresión de color con manejo de un microscopio especial (Observe Fig.3).

Otra referencia es la “Reacción en Cadena de la Polimerasa”, también llamada “PCR”, valiéndose de una replicación de genes específicos, para detectarlos y observarlos con facilidad. Dicho análisis nos permite saber si existe un daño en las secuencias que llevan por nombre BRCA1 y BRCA2, relacionados con la presencia tumoral en la mama (González, L., 2022).

Por último, uno de los procedimientos más utilizados por sus bajos costos, es la “Inmunohistoquímica” (IHC), que logra determinar el número de proteínas cancerígenas con antígenos y anticuerpos en cortes de tejidos (Magaki et al 2020).

Pero... ¡Alto! La biotecnología no solo participa en la detección del cáncer de

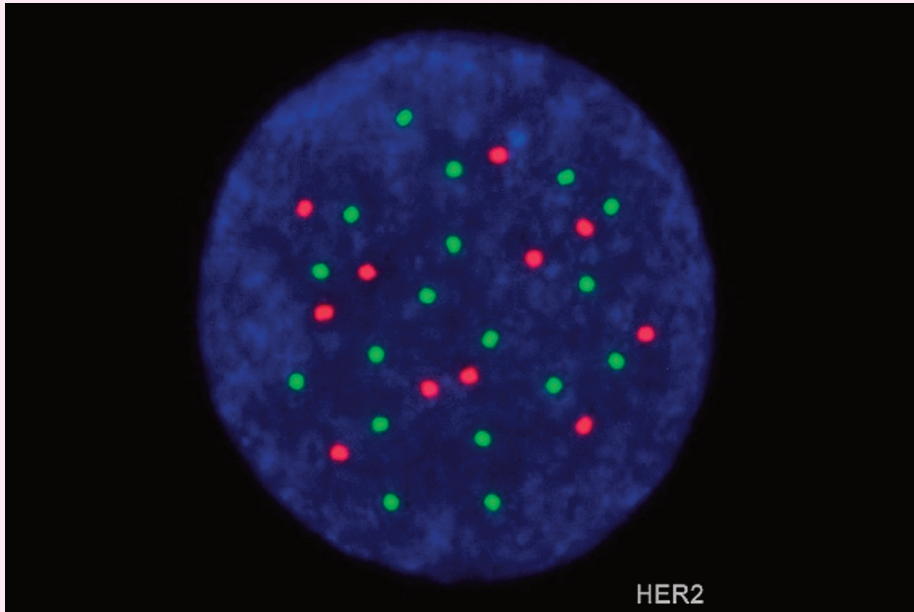


Figura 3.- Prueba Hibridación In Situ Fluorescente. Fuente: IA, ChatGPT.

Conclusión

La biotecnología es una ciencia multidisciplinaria y gracias a sus avances, de manera particular en la rama médica, hemos podido detectar y “atacar” neoplasias. Considera que aquí se abordaron unos cuantos ejemplos, sin embargo, conforme pasan los años y la ciencia se transforma, este campo de estudio toma mayor relevancia por su contribución en el control e intervención de varios problemas de salud; por ende, te invitamos a mantenerte actualizado en temas de vanguardia e innovación tecnológica que cada día se consolida como una esperanza para la oncología.

Referencias

- González, L., López, R., Domínguez, M., Gutiérrez, A. (2022). Reacción en cadena de la polimerasa. *Unidades de Apoyo para el Aprendizaje*. CUAIEED/FES Cuautitlán-UNAM. https://repositorio-uapa.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/2162/mod_resource/content/8/contenido/index.html
- Gomes, R., Mormino, K. (2020). Histological and molecular classification of breast cancer: what do we know? *Revista Mastology*. <https://revista.mastology.emnuvens.com.br/revista/article/view/945/896>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Estadísticas a propósito del día internacional de la lucha contra el cáncer de mama. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP_LuchaCMama24.pdf
- Kawiak, A. (2024). Investigación molecular y tratamiento del cáncer de mama 2.0. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 25 (7), 3932. <https://doi.org/10.3390/ijms25073932>
- Kamalendu, D., Malabendu, J., Bhabadeb, C., Gloria, M., Debasish, R. (2025). Función de los inhibidores de PARP: Una nueva esperanza para la terapia del cáncer de mama. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 26 (6), 2773. <https://doi.org/10.3390/ijms26062773>
- Liao, C., Xiao S., Wang X. (2023). Bench-to-bedside: Translational development landscape of biotechnology in healthcare. *Health Sciences Review*, Volume 7, 100097, ISSN 2772-6320. <https://doi.org/10.1016/j.hsr.2023.100097>
- García-Redondo, M., Pareja, A., López, N., Rodríguez, J. (2023). *Cáncer de mama: nueva clasificación molecular*. *Revista de senología y patología mamaria*.
- Magaki, S et al. (2020). An Introduction to the Performance of Immunohistochemistry. *Methods Mol Biol. PubMed Central*. PMID: 30539453; PMCID: PMC6749998. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6749998/>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Marco de Aplicación de la Iniciativa Mundial contra el Cáncer de Mama: evaluación, fortalecimiento y expansión de los servicios de detección precoz y tratamiento del cáncer de mama*. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240067134>

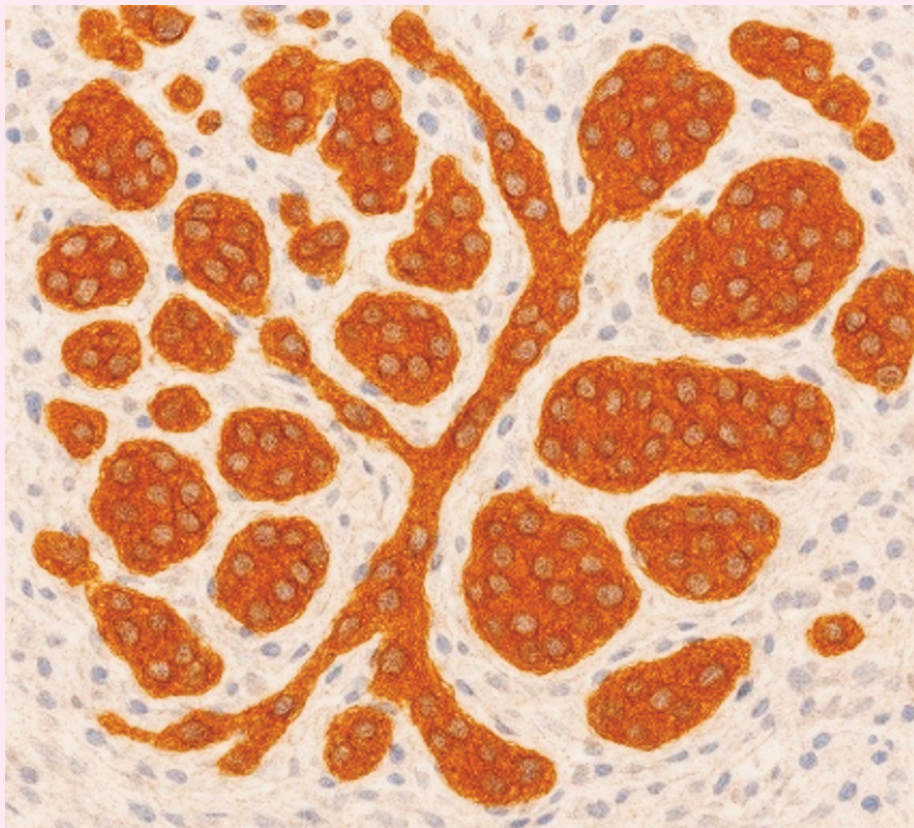


Figura 4.- Prueba Inmunohistoquímica. Fuente: IA, ChatGPT.