

FACTORES FISIOLÓGICOS EN LA DETECCIÓN TEMPRANA DE CÁNCER DE MAMA EMPLEANDO TERMOGRAFÍA, UNA REVISIÓN DE ALCANCE.

PHYSIOLOGICAL FACTORS IN THE EARLY DETECTION OF BREAST CANCER USING THERMOGRAPHY, A SCOPE REVIEW

Autor 1 – Rodolfo Herrera Medina

Docente de la Escuela de Ciencias de la Salud

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8952-6209>

email: rodolfo.herrera@unad.edu.co

Autor 2 – Steve Rodriguez Guerrero

Docente de la Escuela de Ciencias de la Salud - Grupo de investigación Bioinnova.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2305-352X>

email. steve.rodriguez@unad.edu.co

Autor 3 – Lina Patricia Ángel García

Semillerista de Investigación de Escuela de Ciencias de la Salud

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5295-5923>

email: lpangelg@unadvirtual.edu.co

Autor 4 – María Fernanda Lozano Paya

Semillerista de Investigación de Escuela de Ciencias de la Salud

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6499-2895>

email: mflozanop@unadvirtual.edu.co

RESUMEN

El cáncer de mama es una de las enfermedades que más afecta a las mujeres en todo el mundo por su impacto psicosocial. Actualmente, la mamografía es el método más utilizado para la detección temprana, pero es necesario explorar nuevas técnicas con mayor sensibilidad y eficiencia. Aunque se han realizado múltiples estudios sobre el uso de la termografía, en este estudio se pretende identificar las variables que se deben tener en cuenta en el análisis y caracterización de las imágenes termográficas para realizar una correcta detección temprana del cáncer de mama. En este documento se realizó una revisión de alcance y se recopilaron datos de los artículos a través de una matriz documental. Los resultados más relevantes en la síntesis obtenida indican que algunos factores fisiológicos como la edad, el índice de masa corporal (IMC), el ciclo menstrual, el aumento de la temperatura superficial, la existencia de asimetrías térmicas, la angiogénesis, el rápido metabolismo celular y la densidad mamaria pueden influir en la interpretación de las imágenes termográficas. La termografía bajo condiciones reguladas y en combinación con otros métodos, constituye un instrumento prometedor para fortalecer los protocolos de detección temprana del cáncer de mama.

Palabras Clave.

cáncer de mama; detección temprana; factores fisiológicos; tamizaje complementario; termografía mamaria

ABSTRACT

Breast cancer is one of the diseases that most affects women worldwide due to its psychosocial impact. Currently, mammography is the most widely used method for early detection, but it is necessary to explore new techniques with greater sensitivity and efficiency. Although multiple studies have been conducted on the use of thermography, this study aims to identify the variables that must be taken into account in the analysis and characterization of thermographic images for the

correct early detection of breast cancer. In this document, a scoping review was conducted, and data from the articles were compiled using a documentary matrix. The most relevant results in the synthesis obtained indicate that some physiological factors, such as age, body mass index (BMI), menstrual cycle, increased surface temperature, the existence of thermal asymmetries, angiogenesis, rapid cell metabolism, and breast density, can influence the interpretation of thermographic images. Thermography under regulated conditions and in combination with other methods is a promising tool for strengthening early detection protocols for breast cancer.

Keywords.

breast cancer; early detection; physiological factors; complementary screening; breast thermography.

INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama se constituye en la principal causa de mortalidad de la mujer a nivel mundial, por lo que resulta esencial una identificación precoz para incrementar la tasa de supervivencia a esta enfermedad. Pese a los progresos en la mamografía como principal método de diagnóstico, persisten restricciones, particularmente en fases iniciales o en pacientes con mamas densas, lo que ha impulsado la exploración de métodos complementarios. En este escenario, la termografía surge como una alternativa de diagnóstico que podría ayudar a identificar precozmente el cáncer de mama a través del estudio de imágenes térmicas que identifican cambios de temperatura en los tejidos de la mama.

La termografía es un método no invasivo y no radiactivo que evalúa la temperatura en la superficie corporal; este procedimiento facilita la detección de patrones de temperatura irregulares vinculados con tumores, gracias al incremento del flujo sanguíneo y la actividad metabólica en las zonas impactadas. Pese a sus posibles ventajas, la utilización de la termografía en el diagnóstico precoz del cáncer de

mama todavía no goza de una aceptación amplia ni de parámetros normalizados que faciliten la distinción efectiva entre imágenes normales y anormales.

Este estudio sugiere llevar a cabo una revisión sistemática de investigaciones sobre la termografía en la detección del Cáncer de mama utilizando artículos obtenidos a través búsquedas estructuradas en bases de datos científicas reconocidas haciendo uso de la metodología PICO, con el objetivo de detectar y examinar las variables que podrían potenciar su efectividad como técnica de diagnóstico. Además de la búsqueda de factores fisiológicos y demográficos como objetivo principal, también es el de poder contribuir a la confirmación de la termografía como método adicional para la detección precoz del cáncer de mama y su posible incorporación en programas de salud pública.

METODOLOGÍA.

Se realizó una revisión sistemática con el subtipo revisión de alcance (Scoping Review), se utilizó la metodología PICO para la búsqueda estructurada de los artículos haciendo uso de las palabras claves y apuntando a factores fisiológicos y demográficos asociados a la termografía mamaria, se seleccionaron los artículos por el título y luego por el resumen, que fuese de interés a los objetivos planteados; cada uno de estos artículos previamente seleccionados fueron recopilados en la matriz de datos documental, artículos de los cuales se extrajo aquellos factores más frecuentes relacionados pro los artículos a la termografía de mama.

Los criterios de inclusión para los artículos seleccionados fueron:

- Artículos publicados entre los años 2019 y 2024.
- Estudios que aborden factores fisiológicos, técnicos y/o ambientales relacionados con el uso de la termografía en la detección del CA de mama.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Mediante la revisión sistemática efectuada de quince estudios publicados entre 2013 y 2024, se reconocieron varias variables fisiológicas que tienen un impacto considerable en la adecuada caracterización e interpretación de las imágenes termográficas.

Esta revisión se los artículos encontrados frente a los factores fisiológicos se resumen en la siguiente tabla 1:

Tabla 1

Artículos Incluidos Según Variables Fisiológicas Relacionadas con la Termografía

Tipo de variable fisiológica	Número de estudios	Países	Recomendaciones técnicas o consideraciones clave
Edad y estado hormonal	6	Colombia, México, Brasil, EE. UU.	La edad, ciclo menstrual y menopausia influyen en la vascularización y temperatura
Índice de masa corporal (IMC)	5	Colombia, Brasil, Irán	El IMC afecta la distribución térmica; la obesidad puede alterar la precisión diagnóstica
Actividad metabólica y vascularización	4	China, EE. UU., México	El aumento del metabolismo en tejido tumoral eleva la temperatura superficial

Nota: Elaboración propia a partir del análisis de estudios científicos incluidos en la matriz documental.

De estos artículos se puede describir lo siguiente: Indican que diversos factores fisiológicos como la edad, el índice de masa corporal (IMC) y el ciclo menstrual, pueden influir en la temperatura tisular y, por ende, en la interpretación de las imágenes termográficas; por lo cual, se realizó la síntesis de los hallazgos de los estudios mencionados en la Tabla 1 y relacionados en la matriz de datos documental, encontrándose que existen evidencias que subrayan la influencia de estas variables en la caracterización termográfica:

Uno de estos factores es la temperatura de la piel. Diversas investigaciones (Londoño et al., 2023; Guerrero-Robles et al., 2015) demuestran que un aumento puntual de la temperatura en la superficie mamaria, que supere los 1°C en relación con las áreas adyacentes, puede señalar cambios patológicos. Este fenómeno se relaciona con el incremento del metabolismo celular en tejidos malignos, lo que produce una mayor liberación de calor ().

Otro de los elementos encontrados es la asimetría térmica, puesto que se observó que la comparación entre ambas mamas es esencial. Gretis et al. (2023) reportan que la presencia de asimetría térmica significativa puede ser un indicador temprano de patología. Pérez et al. (2014) también enfatizan el análisis de diferencias térmicas bilaterales como criterio fundamental para la detección de anomalías.

En lo que respecta a la angiogénesis y la vascularización, tanto Mashekova et al. (2021) como González-Hernández et al. (2019), descubrieron que la creación de nuevos vasos sanguíneos en el tejido maligno (angiogénesis) aumenta el flujo sanguíneo local, incrementando así la temperatura superficial. Este fenómeno fisiológico se puede identificar a través de la termografía, especialmente en fases iniciales del desarrollo de tumores. También se observa un aumento en el metabolismo celular entre los factores fisiológicos identificados; varios autores, como Mambou et al. (2018) y Borchartt et al. (2013), indican que las células malignas exhiben una actividad metabólica superior a la de las células normales, provocando un aumento en la temperatura local. La termografía permite evidenciar estos cambios antes de que se produzcan alteraciones morfológicas visibles en mamografías convencionales.

Por otro lado, el tamaño y profundidad del tumor fue referido por Alves de Queiroz Júnior y Fernández de Lima (2021), quienes demostraron mediante simulaciones numéricas que la capacidad de detección térmica depende tanto del tamaño como de la profundidad del tumor: los tumores más pequeños y superficiales producen cambios de temperatura más detectables que los tumores profundos.

Las alteraciones hormonales y fisiológicas se evidencian en los resultados de las investigaciones realizadas por Pérez et al. (2014) y Rivera Pérez (2020). Estos indican que elementos como el ciclo menstrual, la gestación, la lactancia, el índice de masa corporal (IMC) y la edad generan cambios en la distribución térmica de las mamas. Es necesario supervisar estos elementos para prevenir equivocaciones en la interpretación de los termogramas.

En cuanto a condiciones ambientales: es imprescindible mantener la estabilidad de la temperatura y la humedad en la sala para prevenir fluctuaciones térmicas no fisiológicas (Orozco et al., 2014).

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación indican que diversos factores fisiológicos, como la edad, el índice de masa corporal (IMC) y el ciclo menstrual, pueden influir en la temperatura tisular y, por ende, en la interpretación de las imágenes termográficas. Se ha identificado que los períodos más adecuados para la realización del estudio corresponden a los días 5 a 12 y posteriores al día 21 del ciclo menstrual, debido a la estabilidad de la vascularización mamaria en estos momentos.

Respecto al estudio de los elementos técnicos y ambientales, se demostró que la calidad de los termogramas está directamente vinculada a la estricta regulación de las condiciones de captura. Elementos como la sensibilidad de la cámara, la resolución de la imagen, la distancia de captura, la ubicación del paciente y el período de aclimatación son cruciales para asegurar la fidelidad térmica de las fotografías. Igualmente, es crucial mantener condiciones ambientales estables, especialmente la temperatura y la humedad del ambiente, y eliminar fuentes de calor o frío externo.

El análisis de la relevancia de la termografía como instrumento adicional de tamizaje muestra su enorme potencial en la identificación precoz del CA de mama. Aunque no reemplaza a la mamografía, su habilidad para detectar cambios

fisiológicos previos a las modificaciones morfológicas, su naturaleza no invasiva y su disponibilidad económica la sitúan como un recurso valioso en programas de tamizaje poblacional, particularmente en grupos de mujeres jóvenes o con tejido mamario abundante.

La correcta caracterización de imágenes termográficas para la identificación precoz del CA de mama se basa en diversas variables fisiológicas, entre las que sobresalen la temperatura superficial, la asimetría térmica, el incremento de la vascularización, el 28 metabolismo celular, la profundidad del tumor y las condiciones hormonales. Es esencial identificar y gestionar estos elementos para incrementar la sensibilidad y especificidad del diagnóstico basado en termografía, mejorando de esta manera su utilidad como instrumento adicional a los métodos de detección tradicionales.

REFERENCIAS

- Alves de Queiroz Júnior, J., & Fernandes de Lima, R. de C. (2021). Cálculo del perfil de temperatura en un modelo tridimensional de mama para análisis paramétrico de la influencia de la posición y tamaño de un tumor maligno. *Revistia Principia*(53). <https://doi.org/https://doi.org/10.18265/1517-0306a2020v1n53p81-94>
- Borchartt, T., Concia, A., Lima, R., Resminia, R., & Sanchez, A. (2013). Breast thermography from an image processing view point: A survey. *Signal Processing*(93).
- Fernández Cuevas, I. (26 de mayo de 2021). *Termografía y cáncer de mama: pros y contras*. ThermoHuman: <https://thermohuman.com/es/2021/05/27/termografia-y-cancer-de-mama>
- Gonzalez-Hernandez, J. L., Recinella, A. N., Kandlikar, S. G., Dabydeen, D., Medeiros, L., & Phatak, P. (2019). Technology, application and potential of dynamic breast thermography for the detection of breast cancer. *International Journal of Heat and Mass Transfer*(131), 558-573. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.11.089>

- Gretis R da Luz, T. P., Coninck, J. C., & Ulbricht, L. (2023). Análise de Termogramas de mama para Identificar Tumores Malignos e Benignos. *XII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA*. Brasil. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.3457625>
- Guerrero-Robles, C., Lozano-Trenado, L. U.-C., Ramírez-Vilchis, A., Silva-Escobedo, J., Sánchez-Monroy, v., & González-Díaz, C. (2015). Evaluación de Termografía Tisular Diferenciada en Mama como Potencial Técnica para Asistir la detección del cáncer. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 36(1), 65-75.
- Mambou, S., Maresova, P., Krejcar, O., Selamat, A., & Kuca, K. (2018). Breast Cancer Detection Using Infrared Thermal Imaging and a Deep Learning Model. *Sensors* (18). <https://doi.org/10.3390/s18092799>
- Mashekova, A., Zhao, Y., Ng, E., Zarikas, V., Fok, S. C., & Mukhmetov, O. (2021). Early detection of breast cancer using infrared technology – A Comprehensive Review. *Thermal Science and Engineering Progress*. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2021.101142>
- Orozco, E., Castro, J., Mena, L., Flores, M., & Mejias, N. (2014). La termografía digital como herramienta para tamizaje de cáncer de mama. *Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos*.
- Pérez, M., Concia, A., Aguilar, A., Sánchez, A., & Andaluz, V. (2014). Detección temprana del cáncer de mama mediante la termografía en Ecuador. *MASKANA, I+D+ingeniería*. <https://research-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=99001720-9910-3bc2-899e- bee7b62152fc>
- Rivera Pérez, P.A. (2020). *Revisión Sistemática en Bases de Datos sobre Imágenes diagnósticas empleadas en cáncer de seno.*
- Rodriguez-Guerrero, S., Loaiza, H., & Restrepo Girón, A. D., & Reyes, L. A., & Olave, L.A., & Diaz, Saul., & Pacheco, R. (2024). Dataset of breast thermography images for the detection of benign and malignant masses. *Data in Brief*. 54(2024), <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110503>