

# Biopsia con sistema de vacío de microcalcificaciones mamarias guiada por ecografía.

## Ultrasound-guided vacuum biopsy of breast microcalcifications.

### Autores:

Camacho Carolina<sup>1</sup>; Mena Glenn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Radiología e Intervencionismo Alpha Imagen. Quito, Ecuador.

**Palabras clave:** Biopsia de mama guiada por imagen, ecografía, mamografía, estereotaxia, microcalcificaciones, cáncer de mama.

**Key words:** Image-guided breast biopsy, ultrasound, mammography, stereotactic, microcalcifications, breast cancer.

**Comité de ética:** este estudio ha sido enviado al comité de ética del Instituto Alpha Imagen de Quito Ecuador, el mismo no tiene restricciones al tratarse de un Artículo de Revisión Bibliográfica.

**Correo para correspondencia del autor principal:** glennmena@hotmail.com

**Fecha de recepción:** Julio de 2022

**Fecha de aceptación:** Agosto de 2022

**Resumen:** La biopsia guiada por imagen permite estudiar lesiones sospechosas de malignidad en mama, principalmente microcalcificaciones.

Actualmente el método de elección para su estudio es la biopsia estereotáctica asistida por vacío. A pesar de su alta sensibilidad es un método complejo, costoso, prolongado e incómodo para el paciente. La biopsia guiada por ecografía es una alternativa válida para el estudio diagnóstico de microcalcificaciones, principalmente en aquellas detectadas previamente por ecografía.

El objetivo de este artículo es presentar una revisión bibliográfica y actualizar la factibilidad y utilidad clínico-radiológica de este método.

**Abstract:** Image-guided breast biopsy is the preferred method to study suspicious breast lesions, specially microcalcifications. Nowadays, breast macrocalcifications biopsies are performed under vacuum-assisted stereotactic breast biopsy. Despite its high sensitivity it is a complex, high cost, uncomfortable procedure for the patient. Ultrasound-guided biopsy is a valid alternative for the diagnosis of microcalcifications, mainly those previously detected by ultrasound.

The objective of this article is to present an updated bibliographic review of the feasibility and clinical-radiological significance of this method.

## Introducción

El cáncer de mama es el tumor maligno más frecuente en mujeres, y la primera causa de muerte por cáncer en mujeres a nivel mundial.<sup>1,2</sup>

Su incidencia está en aumento, pero la mortalidad ha disminuido gracias a los avances en el diagnóstico y tratamiento<sup>1</sup>.

El principal indicador de malignidad en mama son las microcalcificaciones (MC), definidas como calcificaciones <1mm de diámetro.<sup>2</sup> (Fig. 4A-B)

Actualmente, el método de elección para determinar la benignidad o malignidad de estas lesiones es la biopsia estereotáctica con guía mamográfica digital (BE-MD), con una tasa de éxito superior al 95%.<sup>2,3</sup>

La BE-MD tiene una alta sensibilidad para el diagnóstico de MC; sin embargo, no es un método ampliamente disponible ya que requiere equipos costosos, su uso implica radiación, es incómodo para el paciente, y su uso puede verse limitado por el tamaño del seno y la localización de las MC.<sup>2,4-8</sup>

La ecografía, también llamada ultrasonido (US), es un método ampliamente disponible, inocuo, sencillo, no invasivo, económico y bien tolerado por el paciente.<sup>3,9</sup>

Si las MC son detectables por US se pueden biopsiar exitosamente con guía ecográfica.<sup>4,6,7</sup> (Fig. 1A-B), (Fig. 5A) El éxito de esta técnica esta influenciado por distintas características de las MC: tamaño, profundidad y distribución.<sup>3</sup>

Por la tanto, bajo determinadas circunstancias, dicho método puede ser una alternativa con resultados comparables a la BE-MD para el diagnóstico de MC mamarias.

Adicionalmente los métodos ecográficos ahora disponen de elastografía cuantitativa lo que en nuestra experiencia personal que utilizamos tres tipos de elastografías, estas orientan sobre la asociación de tejido con alta dureza asociado a la localización de las MC (Fig. 1C-D), (Fig. 5B), lo que permite una mayor seguridad de biopsiar las áreas sospechosas.

El objetivo de esta revisión es analizar el potencial diagnóstico de la biopsia asistida por vacío de MC de mama, en especial en lesiones tipo NO masa, guiadas por ecografía mediante una revisión actualizada de la factibilidad, la utilidad clínica de este método, los hallazgos anatómicos ecográficos, la descripción de nuestra metodología de biopsia por ultrasonido y los "tips" ecográficos que hemos seleccionado para su mejor interpretación.

## Anatomía radiológica de las microcalcificaciones.

Las MC constituyen un hallazgo frecuente en patología mamaria, sin embargo, no siempre traducen malignidad. Por esta razón, es importante conocer los patrones de morfología y distribución en base al riesgo de malignidad de la MC, orientando así el proceder diagnóstico y terapéutico.<sup>10</sup>

La clasificación radiológica Breast Imaging Report and Data System (BI-RADS), creada en 1993 por el Colegio Americano de Radiología, es un sistema de

clasificación de los hallazgos radiológicos obtenidos por diferentes técnicas de imagen, proporcionando una guía estandarizada que permite categorizar las MC en función del nivel de sospecha de malignidad<sup>10,11</sup>.

Su última actualización, la quinta edición publicada en 2013, se expone en la Tabla 1.<sup>10-12</sup>

Es importante aclarar que cuando existan hallazgos asociados, la categoría BI-RADS final será la de MC de mayor grado.<sup>10</sup>

**TABLA 1. Clasificación de las calcificaciones según la clasificación de BI-RADS**

| CATEGORIA  |                                    |                                                                                                                                                                                                                   | CALCIFICACIONES                                         | DISTRIBUCION | RIESGO DE MALIGNIDAD |
|------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|----------------------|
| BI-RADS 1  | Negativa                           |                                                                                                                                                                                                                   | Difusa<br>Regional<br>Agrupada<br>Lineal<br>Segmentaria | 0%           |                      |
| BI-RADS 2  | Típicamente Benigna                | Cutáneas<br>Vasculares<br>Lineales gruesas / secretoras<br>Groseras / “en palomitas de maíz”<br>En Barra<br>Redondas / puntiformes dispersas o aisladas<br>En anillo<br>Distróficas<br>Leche de calcio<br>Suturas |                                                         | 0%           |                      |
| BI-RADS 3  | Probablemente benigna              | Redondas agrupadas                                                                                                                                                                                                |                                                         | <2%          |                      |
| BI-RADS 4A | Baja sospechosa de malignidad      | Amorfas con distribución regional o agrupada                                                                                                                                                                      |                                                         | >2 % a ≤10%  |                      |
| BI-RADS 4B | Moderada sospecha de malignidad    | Heterogéneas groseras<br>Amorfas<br>Finas pleomórficas                                                                                                                                                            |                                                         | >10% a ≤50%  |                      |
| BI-RADS 4C | Alta sospecha de malignidad        | Lineales finas o lineales ramificadas                                                                                                                                                                             |                                                         | >50% a <95%  |                      |
| BI-RADS 5* | Altamente sugestivo de malignidad  | Lineales finas o ramificadas nuevas<br>Distribución segmentaria                                                                                                                                                   |                                                         | >95%         |                      |
| BI-RADS 6  | Diagnostico confirmado por biopsia |                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |              |                      |

**Fuente:** Clasificación de las microcalcificaciones según la 5ta edición de BI RADS, el próximo año 2023 se va a publicar la 6ta edición y posiblemente tenga nuevos descriptores de las microcalcificaciones.

Cabe la pena mencionar que en el BI RADS® no se han descrito completamente a las MC con sus características y aspecto en la modalidad de Ultrasonido, que son las siguientes

1. Son puntiformes hiperecoicas, de mediana a alta ecogenicidad, agrupadas en zonas detectables desde los 5 mm y mientras mayor el diámetro de agrupación, mayor la sensibilidad y especificidad de su detección.

2. Cuando son numerosas y se agrupan cercanamente se forman contornos y bordes que pueden ser observados en ecografía porque generan impedancias distintas al tejido circundante

3. Cuanto más numerosas, mayor es la sombra acústica que proyectan, no es común ver sombras laterales como en los fibroadenomas(¿?).

4. Pueden estar asociadas a un nódulo, una distorsión o una asimetría del tejido.

5. La vascularidad generalmente es periférica, con Doppler de resistencia intermedia o alta. Se puede usar Doppler. “microflow” o 3D angio para evaluar microfistulas, anarquismo vascular que usualmente existen en lesiones tipo massa, en el caso de las microcalcificaciones hasta el momento no hemos podido verificar su uso e importancia.
6. La elastografía 2D Shear Wave Real Time (RT SWE) es el mejor método para detectar tejido de alta dureza en el fondo, cuando las MC están asociadas al mismo, además la tecnología que permite detectar la elasticidad periférica (“Shell”) cobra importancia porque la zona central de las agrupaciones tendrá menores valores cuantitativos comparados con esta zona periférica y con el resto del tejido fibroglandular.
7. Utilizando realzadores de imagen, armónicas invertidas de última generación, bajando un poco el rango dinámico, optimizando las ganancias horizontales se consiguen una mayor identificación de las mismas.
8. Siempre es necesario realizar un mapa de orientación mamográfico utilizando la nomenclatura radial y zonal para, mediante este método, orientar el sitio de mapeo, concentrando nuestra atención en la localización de las mismas y con ayuda de otras herramientas como Doppler o Elastografía se pueden comparar diferentes áreas para identificar las más sospechosas.

### **Métodos de detección de las microcalcificaciones**

La BE-MD es un método tridimensional mínimamente invasivo con alta sensibilidad para el diagnóstico de MC de mama. Entre sus limitaciones destacan la necesidad de equipos no ampliamente disponibles y costosos, su baja utilidad cuando el tamaño del seno es pequeño, cuando las MC son superficiales, muy profundas o cuando se localizan cerca de la pared torácica o a nivel axilar, y en pacientes con prótesis mamarias.<sup>2,7,8,13</sup>

Además, requiere radiación y es un procedimiento incómodo para el paciente pues implica compresión mamaria y posición prona o sentada mantenida, esta última puede llevar a episodios vaso vágales.<sup>4,6</sup>

Una alternativa es la biopsia asistida por vacío guiada por ultrasonido (BAV-US). La mayoría de las lesiones que son visibles por US, pueden extraerse adecuadamente mediante (BAV-US).<sup>14</sup> (Fig. 2A-D). Este método es útil para lesiones localizadas en cualquier

cuadrante del seno, se realiza con el paciente en supino, requiere menos tiempo que la BE-MD, permite visualizar la localización de la aguja durante el procedimiento y confirmar en tiempo real la eliminación de las MC.<sup>2,3,9,15</sup> (Fig 2A), (Fig 5C).

Es muy recomendable usar un sistema de vacío para extracción de estas, ya que permite obtener en pocos pases, abundante material y la extracción total de las mismas en algunas ocasiones.

En otras circunstancias si no se consigue extraer todas, no es importante, porque el objetivo principal es tener un diagnóstico histopatológico de las mismas.

Para reconocer que hemos estado en el lugar correcto, es necesario hacer una imagen radiológica en el mamógrafo de las mismas, para certificar su presencia (Fig. 3), (Fig.4C). También, es necesario, independiente de que se hayan extraído, parcial o completamente, dejar un clip de Titanio para futuras referencias del lugar de la biopsia (Fig. 2D), (Fig. 4D), (Fig. 5D).

La principal limitación de este método es que no detecta todas las MC; sin embargo, avances tecnológicos en los transductores de alta frecuencia ha mejorado la resolución espacial, creando imágenes con resolución de alto contraste y alta uniformidad de tejido, permitiendo una mejora en la identificación de MC.<sup>2,13,15,16</sup>

En Resonancia magnética por el efecto de susceptibilidad magnética que genera ausencia de señal con este método, las microcalcificaciones no se las puede identificar, solo las grandes y amorfas calcificaciones que son generalmente benignas se pueden describir en RM con su típica imagen hipointensa por ausencia de señal, o las zonas con realce sospecho o restricción a la Difusión asociadas pueden orientar sobre su localización y asociación, pero las MC típicamente se evalúan y clasifican por mamografía.

### **Metodología del uso de ultrasonido para biopsia de microcalcificaciones**

El procedimiento se realiza, previo análisis mamográfico que ubique las MC con un mapa de zonas y radiales ampliamente difundido y conocido por los radiólogos, este mapa, que puede considerar al método como “Biopsia cognitiva de microcalcificaciones”, permite reducir el tiempo de rastreo para la localización y ubicación exacta de las mismas con ecografía.

Especialmente es útil en las lesiones tipo NO masa y que se puedan sospechar o modificar a lesiones tipo masa visibles con ecografía. Con el paciente en posición supina u oblicua,<sup>2,3</sup> se realiza el US, se localizan las MC y se determina el mejor sitio de ingreso de la aguja. Una de las facilidades de hacerlo con US, es que podemos colocar a la paciente en diversas posiciones (supino, oblicuo, accesos derecho o izquierdo con cambio de la posición de cabeza y pies), algo que es limitado con las mesas verticales o pronas de estereotaxia.

Después de la desinfección y colocación de campos, bajo guía ecográfica, se realiza la infiltración anestésica en todas las direcciones de las calcificaciones, a veces podemos realizar una hidrodisección con Salina o Dextrosa para aislar al grupo de microcalcificaciones de vasos sanguíneos y ubicarlas en trayectos más accesibles para la aguja. Se hace un corte adecuado para el calibre de la aguja (usualmente 10G, aunque se podrían usarse desde 8G hasta 11G), luego se inserta la misma y dependiendo del tipo de sistema de vacío a utilizar, en especial de la apertura de corte de la aguja de vacío, se decide sobre el lugar inicial de posicionamiento de la misma; en nuestro Instituto usamos una aguja con amplia apertura que al colocarla en el centro de la lesión por su capacidad de giro, de 360 grados, permite orientar la abertura de corte en todas las direcciones y, en pocos pases se toman muestras suficientes de las MC y de todo el tejido adyacente a las mismas.

La extracción de las MC se confirma por radiografía o mamografías específicas<sup>2</sup> llevando todas las muestras en canastillas numeradas para una mejor correlación patológica radiológica de los cilindros que contienen las MC en mayor número, aunque el análisis de todo el tejido circundante es también importante.

Entre las posibles complicaciones, que son similares a las de una biopsia con guía estereotáctica digital, la BAV-US podría causar mayor sangrado que la BE-MD por la falta de compresión; otras complicaciones que podrían ocurrir, pero en un porcentaje mínimo son infección y hematomas significativos.<sup>17</sup>

## Discusión

Según algunos autores, en US las MC se detectan dentro de masas hipoeoicas o ductos dilatados hipoeoicos, lo que crea un contraste que facilita la detección de las MC ecogénicas.<sup>4,9,13,16</sup>

También puede verse como regiones ecogénicas amplias sin masa ni ducto asociado, aunque esto es

menos frecuente y más difícil de detectar por US.<sup>4,9</sup>

El US permite visualizar estas lesiones en tiempo real y observar la aguja de biopsia penetrar a la lesión y extraer tejido de lesiones en todas las regiones mamarias, incluyendo regiones periféricas como la cola axilar o la pared torácica, asegurando así un muestreo preciso.<sup>16,18</sup>

Un dato interesante reportado por autores asiáticos es que las lesiones visibles por US son más propensas a ser malignas.<sup>4,6</sup>

También es significativo el concepto de que el volumen de las muestras que se pueden recolectar por la BAV-US es mayor al recolectado por BE-MD, esta última toma la muestra a través de una sonda que gira dentro de un orificio mientras que, por US, al ser un método flexible, el muestreo es multidireccional desde un orificio en la piel.<sup>8</sup> El volumen de la muestra está íntimamente relacionado con la precisión diagnóstica.<sup>8</sup>

Un estudio realizado por Cho et al. determinó que las siguientes características se asocian a un mayor éxito: MC asociadas a masas o ductos dilatados, localizadas en la región anterior o media de los senos, tamaño > 1cm de diámetro, distribución regional o segmentaria. De los factores mencionados, el más importante es la presencia de masas o ductos dilatados asociados a MC; estos hallazgos también se asociaron a una mayor probabilidad de tener histología maligna.

Asimismo, encontraron que las lesiones BI RADS IV o V son susceptibles de ser visibles y biopsiadas con US con una alta tasa de éxito. Así, bajo las circunstancias antes mencionadas, la BAV-US es una alternativa a la BE-MD con tasas de extracción superiores al 95%.<sup>3</sup>

Soo et al. observaron en su estudio que la BAV-US mostró menos subestimación de enfermedad maligna de mama, este hallazgo se vio directamente relacionado con el tamaño de la lesión detectada por US; sin embargo, no fue estadísticamente significativo.

La menor subestimación podría deberse teóricamente a que la BAV-US permite un enfoque directo y en tiempo real de las lesiones (MC ecogénicas) que deben ser biopsiadas.<sup>4</sup>

Adicionalmente este estudio encontró que las lesiones detectables por US se asocian a un mayor riesgo de malignidad que las observadas por mamografía; un



estudio realizado por Bae et al. también encontró esta correlación entre malignidad y visibilidad ecográfica de lesiones.<sup>4,6</sup>

Este estudio que consideramos interesante, intenta reducir la exposición a radiación de las pacientes, usar menor tiempo de procedimiento, mayor comodidad para la paciente al realizarlo de forma mixta con Arpón mamográfico y luego con BAV US, reportan que en caso de detectar MC agrupadas no visibles por US, pero si en mamografía, Choo et al. proponen colocar mediante mamografía un alambre (tipo arpón removible) de localización en el área con MC sospechosas y posteriormente realizar una BAV-US. Este estudio realizado en 58 pacientes tuvo una tasa del éxito del 97% y una precisión diagnóstica del 98,3%.<sup>19</sup>

La BAV-US de MC detectadas por US ha demostrado no ser inferior a la mamografía en cuestión de tasas de fracaso diagnóstico, falsos negativos y subestimación.<sup>8</sup> Entre sus ventajas destaca: precisión diagnóstica, practicabilidad operativa y su aplicabilidad al ser un método ampliamente accesible.<sup>8</sup>

La BE-MD es un método complejo, lento, costoso e incómodo para el paciente.<sup>15</sup> Por otro lado, la BAV-US

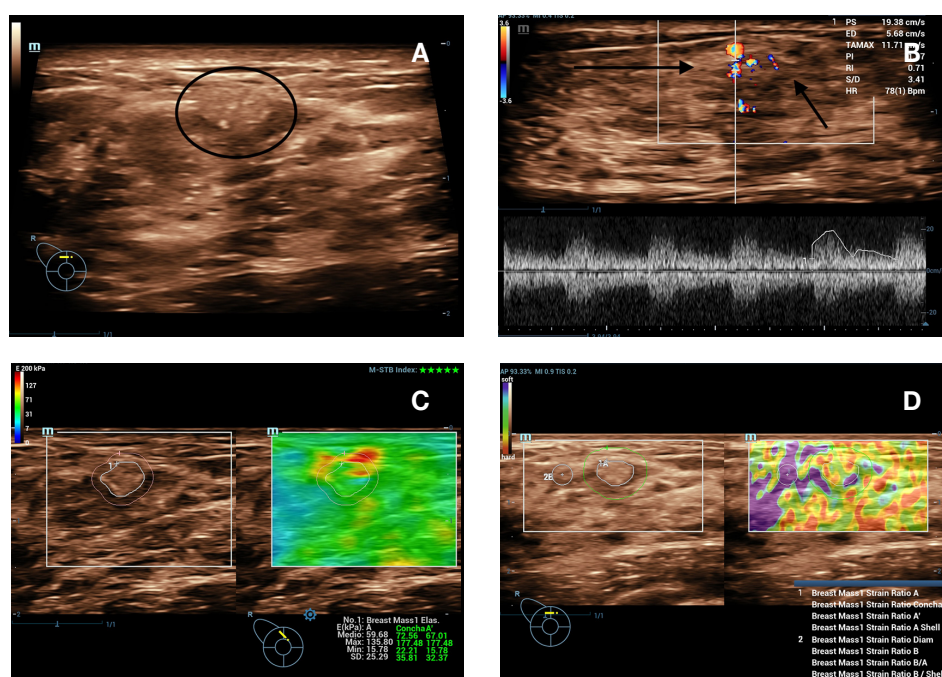
es una alternativa inocua, económica y cómoda para el paciente; así, en MC detectables por US, la BAV-US es una alternativa comparable a la BE-MD.<sup>4,6,7</sup>

### Limitaciones del método:

Una gran mayoría de MC no son detectables por US y eso no depende solo de la tecnología utilizada, sino básicamente del tipo de tejido que las rodea que oculta su identificación, del grado de agrupación y del número de MC, siendo factores que no permiten con seguridad su detección, y en donde la opción seguirá siendo la BE-MD.

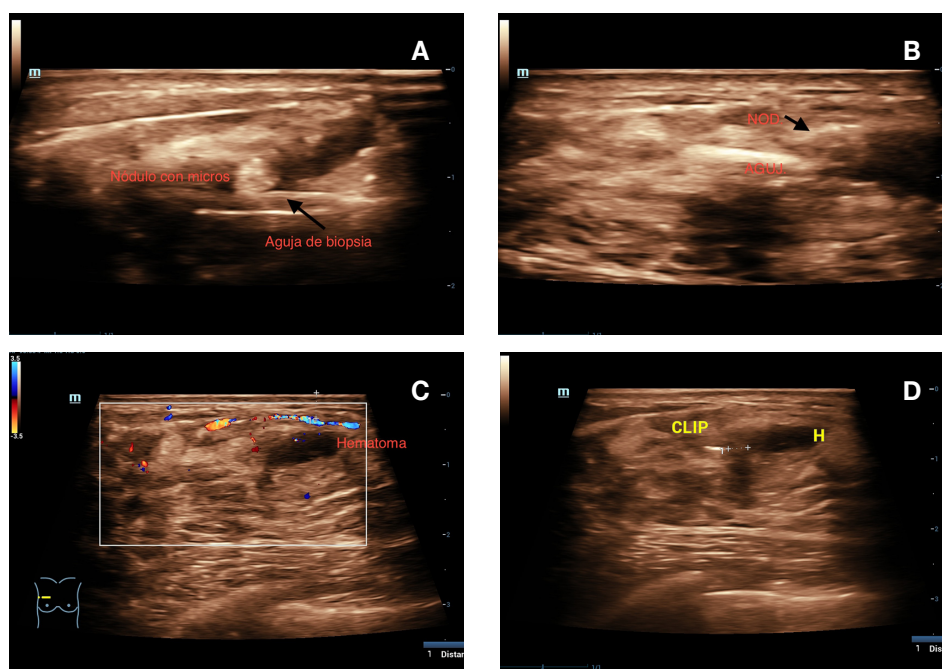
Otra limitación es que es un método operador dependiente, el radiólogo que realice este estudio debe tener un alto entrenamiento en BE-MD y en biopsias por vacío guiadas por US.

Una tasa de fracaso siempre existe con BAV US, lo que debe ser comunicada previamente a las pacientes y cuya solución es pasar al método con BE-MD y si se comprueba que este último no es posible, pasara como última posibilidad, a un método radioquirúrgico.



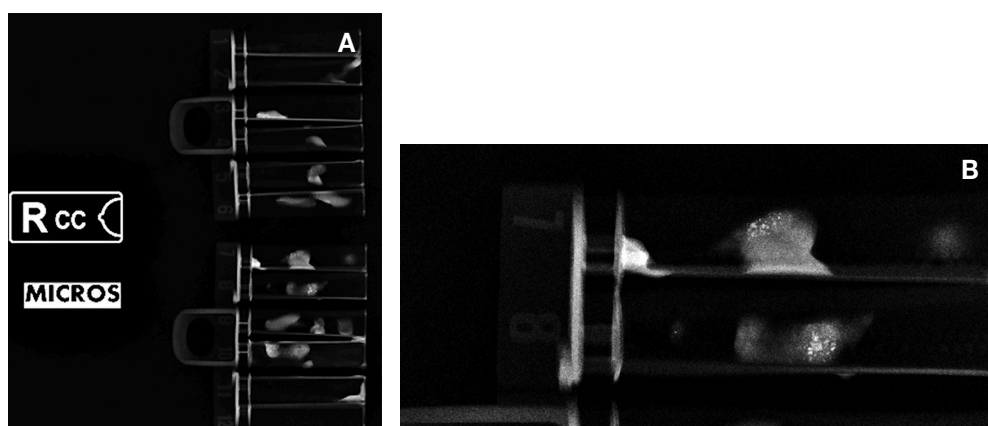
**Figura 1:** **A.** Se observa nódulo circunscrito de bordes lobulados, de 0,5 x 0,35cm, con múltiples imágenes hiperecoicas de 1-2mm de diámetro localizados a las H12 zona A. No se observa sobra acústica importante. (óvalo negro). **B.** se observa nódulo con discreta vascularización periférica con IR de 0.7 e IP de 1,1. Flechas negras. **C.** Elastografía cuantitativa RT SWE medida en toda la circunferencia del nódulo con valores de 59 kPa en el centro y 72kPa en la periferia. **D.** Elastografía Strain presenta un valor de deformación A de 0.09% con un Strain Ratio de 2.50 comparado con el tejido normal, refleja mayor dureza del nódulo con micros.

**Fuente:** Instituto de Radiología e Intervencionismo Alpha Imagen.



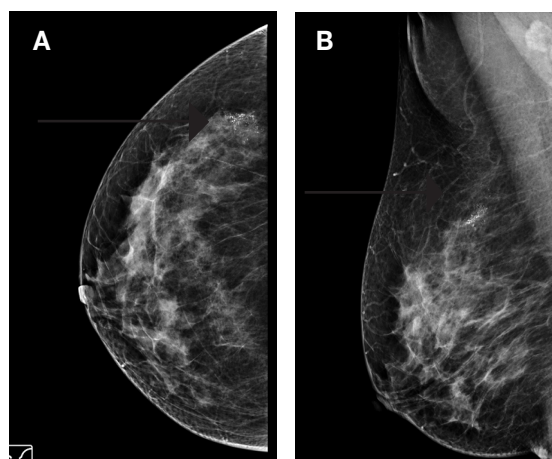
**Figura 2:** **A.** Posicionamiento de la aguja 10 Gauge inmediatamente por debajo del nódulo con las microcalcificaciones previa a su aspiración (texto y flechas). **B.** Aspiración final del residuo del nódulo con la misma aguja. **C.** Pequeño hematoma de aproximadamente 1.5 ml, residual post biopsia. **D.** presencia de imagen hiperecoica, brillante (clip de titanio) localizado en extremo medial de hematoma residual.

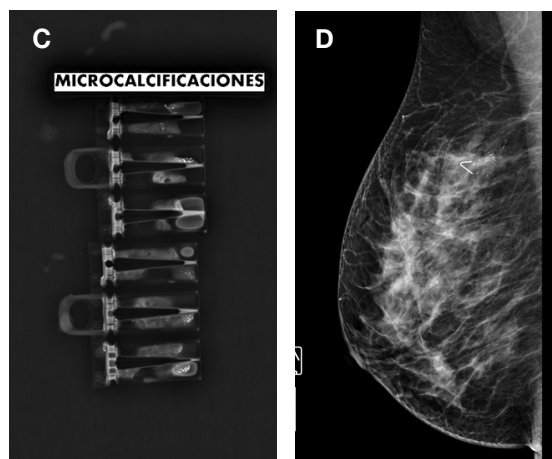
**Fuente:** Instituto de Radiología e Intervencionismo Alpha Imagen.



**Figura 3:** **A.** Imagen radiológica de todos los cilindros de tejido obtenidas previamente por biopsia al vacío guiada por ecografía donde se observa en varias de las celdillas las microcalcificaciones extraídas (el resultado histopatológico reportó: cambio columnar con atipia epitelial plana con hiperplasia intraductal compleja atípica y presencia de microcalcificaciones). **B.** Ampliación de los cilindros con microcalcificaciones, el beneficio de estar numeradas facilita el procesamiento e interpretación patológica.

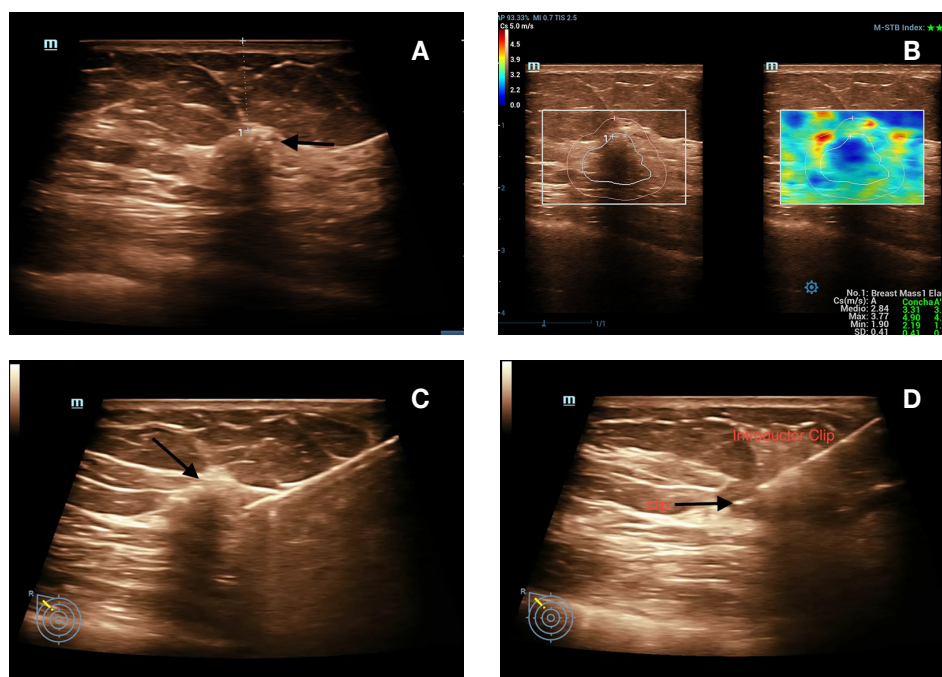
**Fuente:** Instituto de Radiología e Intervencionismo Alpha Imagen.





**Figura 4:** **A.** Mamografía digital craneocaudal donde se observa microcalcificaciones agrupadas finamente pleomórficas y amorfas, agrupadas y ubicadas en CSE, flecha negra. **B.** Mamografía digital MLO con la presencia del grupo de microcalcificaciones descritas con trayecto segmentario (BIRADS 4C), flecha negra. **C.** Imagen radiológica de los cilindros de tejido obtenidos previamente por biopsia al vacío guiada por ecografía donde se observa en la mayoría de las celdillas las microcalcificaciones extraídas (el resultado histopatológico reportó: carcinoma ductal in situ de alto grado tipo comedocarcinoma). **D.** Mamografía digital MLO posterior a la colocación del clip de titanio por vía ecográfica, se observa el mismo localizado en borde anterior del grupo de microcalcificaciones residuales.

**Fuente:** Instituto de Radiología e Intervencionismo Alpha Imagen.



**Figura 5:** **A.** Ecografía que muestra asimetría nodular a las H10 con presencia de puntos hiperecoicos correspondientes a microcalcificaciones en su interior de diversas formas y pequeño tamaño, flecha negra. **B.** Elastografía cuantitativa 2DSWE con valores de 2.8 m/s en el centro y 3.3 m/s en la periferia. **C.** Posicionamiento de la aguja de biopsia 10 G en el interior de la asimetría nodular que tiene sombra acústica por las microcalcificaciones, flecha negra. **D.** colocación del clip de titanio (flecha negra) con guía ecográfica en el sitio de las microcalcificaciones residuales.

**Fuente:** Instituto de Radiología e Intervencionismo Alpha Imagen.

## Conclusión

La biopsia con guía estereotáxica digital es el método de elección tradicional para el diagnóstico de microcalcificaciones en mama.

No obstante, la biopsia asistida por vacío guiada por

ecografía es una alternativa válida para el estudio de microcalcificaciones previamente detectadas por ecografía y se requiere alta tecnología, experiencia para identificarlas y un protocolo previo que guíe y seleccione los grupos que son los adecuados para ser biopsiados.



**Conflictos de interés:** Los autores no declaran conflictos de interés en esta investigación.

**Fuente de financiamiento:** Recursos propios.

**Contribución:**

Camacho Carolina: Revisión de las publicaciones, diseño, escritura de texto, bibliografías, configuración de figuras.

Mena Glenn: Propuesta de tema, escritura, selección de casos, corrección de todo el texto, selección de figuras, texto de figuras, revisión de las bibliografías y redacción, formato de publicación.

## Bibliografía

1. Tourasse C, Khasanova E, Sebag P, Beregi JP. Ultrasound-guided vacuum-assisted breast biopsy with a small-caliber device: A multicenter consecutive study of 162 biopsied lesions. *Tumori*. 2019;105(4):312-318. doi:10.1177/0300891618784786
2. Liu J, Huang L. Image-guided vacuum-assisted breast biopsy in the diagnosis of breast microcalcifications. *Journal of International Medical Research*. 2018;46(7):2743-2753. doi:10.1177/0300060518770577
3. Cho N, Moon WK, Cha JH, et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted biopsy of microcalcifications detected at screening mammography. *Acta Radiologica*. 2009;50(6):602-609. doi:10.1080/02841850902933107
4. Soo MS, Baker JA, Rosen EL. Sonographic detection and sonographically guided biopsy of breast microcalcifications. *American Journal of Roentgenology*. 2003;180(4):941-948. doi:10.2214/ajr.180.4.1800941
5. Keränen AK, Haapea M, Rissanen T. Ultrasonography as a Guiding Method in Breast Micro-Calcification Vacuum-Assisted Biopsies. *Ultraschall in der Medizin*. 2016;37(5):497-502. doi:10.1055/s-0041-107998
6. Bae S, Yoon JH, Moon HJ, Kim MJ, Kim EK. Breast microcalcifications: Diagnostic outcomes according to image-guided biopsy method. *Korean Journal of Radiology*. 2015;16(5):996-1005. doi:10.3348/kjr.2015.16.5.996
7. Pistolesi CA, Castrignanò A, Ricci F, et al. Ultrasound-Guided Vacuum-Assisted Biopsy in Small Breast: A Cost-Saving Solution. *Clinical Breast Cancer*. 2019;19(2):e352-e357. doi:10.1016/j.clbc.2018.12.002
8. Wu J, Kong R, Tian S, et al. Advances in Ultrasound-Guided Vacuum-Assisted Biopsy of Breast Microcalcifications. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2021;47(5):1172-1181. doi:10.1016/j.ultras-medbio.2021.01.008
9. Yi J, Lee EH, Kwak JJ, Cha JG, Jung SH. Retrieval rate and accuracy of ultrasound-guided 14-G semi-automated core needle biopsy of breast microcalcifications. *Korean Journal of Radiology*. 2014;15(1):12-19. doi:10.3348/kjr.2014.15.1.12
10. Arancibia Hernández PL, Taub Estrada T, López Pizarro A, Díaz Cisternas ML, Sáez Tapia C. Breast calcifications: Description and classification according to BI-RADS 5th edition. *Revista Chilena de Radiología*. 2016;22(2):80-91. doi:10.1016/j.rchira.2016.06.004
11. Camacho-Piedra C, Espíndola-Zarazúa V. Actualización de la nomenclatura BI-RADS® por mastografía y ultrasonido. *Revista Anales de Radiología México*. 2019;17(2). doi:10.24875/arm.m18000015
12. Kim J, Kim EK, Kim MJ, Moon HJ, Yoon JH. "Category 4A" microcalcifications: how should this subcategory be applied to microcalcifications seen on mammography? *Acta radiol*. 2018;59(2):147-153. doi:10.1177/0284185117709036
13. Machado P, Eisenbrey JR, Stanczak M, Cavanaugh BC, Zorn LM, Forsberg F. Characterization of breast microcalcifications using a new ultrasound image-processing technique. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2019;38(7):1733-1738. doi:10.1002/jum.14861
14. Heywang-Köbrunner SH, Heinig A, Hellerhoff K, Holzhausen HJ, Nährig J. Use of ultrasound-guided percutaneous vacuum-assisted breast biopsy for selected difficult indications. *Breast Journal*. 2009;15(4):348-356. doi:10.1111/j.1524-4741.2009.00738.x
15. Fejic H, Izic B, Custovic M. Ultrasound- Guided Needle Biopsy of Suspected Microcalcifications in the Breast. *Materia Socio Medica*. 2022;34(1):66. doi:10.5455/msm.2022.33.66-69
16. Nagashima T, Hashimoto H, Oshida K, et al. Ultrasound demonstration of mammographically detected microcalcifications in patients with ductal carcinoma in situ of the breast. *Breast Cancer*. 2005;12(3):216-220. doi:10.2325/jbcs.12.216
17. Hahn SY, Shin JH, Han BK, Ko EY. Sonographically-guided vacuum-assisted biopsy with digital mammography-guided skin marking of suspicious breast microcalcifications: comparison of outcomes with stereotactic biopsy in Asian women. *Acta Radiologica*. 2011;52(1):29-34. doi:10.1258/ar.2010.100289
18. Londero V, Zuiani C, Furlan A, Nori J, Bazzocchi M. Apporto dell'ecografia e della biopsia percutanea con guida ecografica nella diagnosi del carcinoma duttale in situ (CDIS) della mammella. *Radiologia Medica*. 2007;112(6):863-876. doi:10.1007/s11547-007-0183-z
19. Choo KS, Kwak HS, Tae Bae Y, et al. The value of a combination of wire localization and ultrasound-guided vacuum-assisted breast biopsy for clustered microcalcifications. *Breast*. 2008;17(6):611-616. doi:10.1016/j.breast.2008.05.010.