

Utilidad de la Resonancia Magnética en el marcaje prequirúrgico de tumores de mama

Tipo: Presentación Electrónica Educativa

Autores: **Vicente Martínez De Vega Fernandez**, Susana Linares Gonzalez, Diana Mollinedo Xx, Leire Alvarez Perez, Manuel Recio Rodriguez, Isaac Daimiel Naranjo

Objetivos Docentes

1. Mostrar la utilidad de la Resonancia Magnética en la localización preoperatoria de los cánceres de mama que no son detectados por mamografía o ecografía. El marcaje prequirúrgico bajo guía de RM se puede realizar mediante la colocación de arpones de titanio o mediante la inyección de un radiofármaco (Técnica ROLL)
2. Detallar los aspectos técnicos en la realización de estos procedimientos
3. Mostrar nuestra experiencia y resultados.

Revisión del tema

INTRODUCCIÓN

La cirugía conservadora de mama es el tratamiento de elección para el cáncer de mama precoz. Se requiere la extirpación completa del tumor, lo que significa conseguir márgenes histológicamente libres de tumor para reducir el riesgo de recidiva local.

Un número considerable de pacientes (20-49%) tienen márgenes tumorales de resección positivos después de la cirugía conservadora y requiere ya sea una nueva cirugía (ampliación de márgenes) o la conversión a mastectomía.

Las reintervenciones se asocian con una mayor carga emocional y física para la paciente, peor resultado estético, y mayores costes. Por lo tanto, deberían reducirse al mínimo.

RM de MAMA: ALTA SENSIBILIDAD EN LA DETECCIÓN DEL CÁNCER DE MAMA

La RM de mama es más sensible para la detección de cáncer de mama que la mamografía y la ecografía.

La RM de mama es capaz de detectar lesiones que no son visibles en la mamografía ni ecografía en el

10-39% de los casos.

En pacientes con diagnóstico de cáncer de mama, la RM puede detectar focos adicionales de cáncer no sospechados ipsilaterales en el 6-34% de los casos y contralaterales en el 4-6% de los casos.

La RM de mama tiene una mejor correlación con la histología en lo relativo al tamaño tumoral que la mamografía tanto para el cáncer de mama infiltrante como para el carcinoma ductal in situ.

CANCER DE MAMA DETECTADO UNICAMENTE MEDIANTE RM

Debido a la alta sensibilidad de la RM de mama, algunos tipos de cáncer son visibles solamente con RM, mientras que la mamografía y la ecografía son negativas.

Estas lesiones sospechosas detectadas únicamente por RM deben ser confirmados histológicamente.

El diagnóstico histológico se realiza de forma rutinaria mediante una biopsia asistida por vacío (BAV) guiada por RM.

Por lo general, la realización de cirugía conservadora es precedida por la colocación de un arpón guiado por mamografía sobre un marcador de titanio colocado previamente, durante la biopsia guiada por RM.

Sin embargo los marcadores de titanio colocados tras la realización de una BAV guiada por RM pueden desplazarse debido a la formación frecuente de hematomas ([Figura 1](#))

Para evitar marcar una zona incorrecta una alternativa es colocar un arpón de titanio sobre el tumor de forma guiada por RM. ([Figura 2](#))

COLOCACIÓN DE UN MARCADOR DE TITANIO TRAS BAV GUIADO POR RM: ¿ES IMPRESCINDIBLE?

En nuestra institución, hemos decidido no colocar marcadores de titanio después de la BAV guiada por RM.

Si tras realizar BAV guiado sobre RM el análisis histológico confirma la presencia de malignidad y se programa cirugía conservadora de la mama, se realiza una RM de mama inmediatamente antes de la cirugía y coloca un arpón de titanio en la lesión de forma guiada por RM. ([Figura 3](#)), ([Figura 4](#)) Este procedimiento es seguro, preciso y rápido (20 minutos).

En nuestra experiencia, utilizando esta técnica, se obtuvieron márgenes quirúrgicos libres en el 90% de los casos.

COLOCACIÓN DE DOS O MAS ARPONES

La colocación de dos o mas arpones de titanio guiados por RM es útil para marcar los límites tumorales con vistas a realizar una cirugía conservadora cuando la lesión es más extensa de lo que inicialmente parece por ecografía o ecografía. ([Figura 5](#)), ([Figura 6](#))

MARCAJE DE RESTOS TUMORALES TRAS TRATAMIENTO NEOADYUVANTE

Algunos cánceres de mama (localmente avanzados de gran tamaño, cánceres con adenopatías axilares positivas), y ciertos tipos con características inmunohistoquímicas específicas (triple negativo, luminal B) suelen recibir tratamiento quimioterápico neoadyuvante previo a la cirugía con el fin de reducir el tamaño tumoral y/o evaluar la respuesta al tratamiento quimioterápico.

De forma habitual, tras la biopsia percutánea, generalmente guiada por ecografía y si la paciente va a ser sometida a tratamiento neoadyuvante, se coloca un marcador de titanio dentro del tumor de forma guiada

por ecografía. De esta forma si el tumor responde y no es detectado al final del tratamiento, se puede colocar un arpón guiado por mamografía sobre el marcador tumoral para realizar cirugía conservadora. Opcionalmente se puede colocar un arpón de titanio de forma guiada por RM sobre los restos tumorales, pues la RM es la técnica mas sensible en la valoración de respuesta tumoral(Figura 7). De esta forma se evita la colocación inicial del marcador de titanio y por otro lado nos aseguramos de marcar realmente los restos tumorales y se pueden evitar errores producidos por migración del marcador o por fragmentación de tumores grandes con respuesta no uniforme con restos tumorales viables algo alejados del marcador.

Incluso si la respuesta es completa y no se detectan restos tumorales por RM, resulta relativamente sencillo marcar el lecho tumoral originario gracias a la capacidad tridimensional de la RM, estableciendo relaciones con estructuras vecinas. (Figura 8).

COLOCACIÓN DE ARPONES GUIADOS POR RM: RESULTADOS (Figura 9)

◦ **PROCEDIMIENTOS REALIZADOS**

Desde enero 2009 a Mayo 2014

- arpones en 117 pacientes (126 lesiones)
- 18 pacientes con 2 arpones
 - 5 pacientes con 1 arpón en cada mama
 - 4 pacientes con 2 arpones en una mama en 2 lesiones diferentes
 - 9 pacientes con 2 arpones en la misma lesión, marcando los límite

INDICACIONES

- 41 lesiones diagnosticadas con BAV guiada por RM.
- 13 lesiones con BAG previa guiada por ecografía (lesiones muy pequeñas)
- 7 casos de microcalcificaciones con BAV guiada con mamografía La captación tumoral excede los límites de las microcalcificaciones
- 46 lesiones residuales después de quimioterapia neoadyuvante

ANATOMÍA PATOLÓGICA

- 74 casos: carcinoma ductal infiltrante (CDI)
- 23 casos: Carcinoma ductal in situ (CDIS)
- 16 casos: CDI + CDIS
- 3 casos: carcinoma lobulillar invasivo
- 1 caso: Cicatriz radial
- 1 caso: Ppapilomatosis

MÁRGENES QUIRÚRGICOS

- Márgenes quirúrgicos libres: 90%
- Márgenes quirúrgicos afectados: 10%

TÉCNICA ROLL GUIADA POR RM DE MAMA

INTRODUCCIÓN

- La localización radioguiada de lesiones ocultas de mama (Radioguided occult lesion localization –ROLL) es una técnica en la cirugía de las lesiones no palpables de mama inspirada en la biopsia del ganglio centinela.
- La técnica ROLL consiste en la inyección intra o peritumoral del mismo radiofármaco que se usa para localizar el ganglio centinela. En el mismo acto quirúrgico este radiotrazador puede ser utilizado para localizar el tumor primario con una sonda gamma.
- El radioisótopo es inyectado (peritumoral o intratumoral) prequirúrgicamente, habitualmente bajo guía ecográfica.
- Desde su primera descripción en el Instituto Europeo de Oncología de Milán en 1996, esta técnica ha permitido cirugías más rápidas y fiables que las realizadas con la colocación de arpones.
- Habitualmente la técnica ROLL se realiza tras la inyección de albúmina sérica humana marcada con ^{99m}Tc en la lesión mamaria, bajo guía ecográfica o mamográfica, 24 horas antes de la cirugía. La resección quirúrgica se realiza con la ayuda de una sonda gamma. ([Figura 10](#))

Actualmente en nuestra institución la técnica ROLL-SNOLL se realiza de forma rutinaria para localizar lesiones malignas de mama que son detectadas por mamografía o ecografía y que son programadas para cirugía conservadora.

Nuestros cirujanos prefieren utilizar la técnica ROLL a la localización con arpón en la cirugía de mama. Por esta razón comenzamos a marcar las lesiones malignas previamente diagnosticadas con biopsia asistida por vacío (BAV) guiada por RM, usando la técnica ROLL guiada por RM.

Nosotros realizamos la técnica ROLL guiada por RM un día antes de la cirugía.

Algunas publicaciones han demostrado que la inyección del radiotrazador el mismo día de la cirugía no es superior a la inyección el día anterior de la cirugía.

Además el protocolo de inyección del día antes permite una mejor coordinación entre los departamentos de Radiología, Medicina Nuclear y Cirugía.

TÉCNICA ROLL GUIADA POR RM: ASPECTOS TÉCNICOS

Tras la localización del tumor con RM de mama, se procede a colocar una aguja de titanio (18-20 g) utilizando un sistema de esterotaxia compatible con RM.

Tras la punción se obtienen nuevas imágenes de RM en planos axial y sagital para verificar que la punta de la aguja esta en la lesión.

La punta de la aguja debe estar en la lesión. Si no es así se puede recolocar. ([Figura 11](#)).

Después se inyecta la sustancia radioactiva a través de la aguja de titanio.

Posteriormente se inyecta una solución de suero salino y gadolinio para empujar toda la sustancia radioactiva dentro de la lesión. La solución de suero y gadolinio aparece hipointensa en RM. ([Figura 12](#)), ([Figura 13](#)), ([Figura 14](#)).

PROTOCOLO DE RM

SECUENCIAS RM: Sagital y Axial 3D GE T1 supresión grasa

- 3D GE T1 W supresión grasa sagital y axial (adquisición 1 min)

- 3D GE T1 W supresión grasa sagital y axial tras contraste

Compresión de la mama

- 3D GE T1 W supresión grasa sagital y axial: localización de la lesión

Punción con agujade titanio 18G.

- 3D GE T1 W supresión grasa sagital y axial: control de la posición de la aguja

Inyección del radiofármaco (0,2 ml) y después suero salino (0,15 ml) mas gadolinio (0,15 ml).

Después se saca la aguja

- 3D GE T1 W supresión grasa sagital y axial: imagen postinyección

Es posible realizar marcajes de lesiones múltiples en la misma mama o en ambas mamas ([Figura 15](#)),([Figura 16](#)), ([Figura 17](#)), ([Figura 18](#)),([Figura 19](#)), ([Figura 20](#)).

MARCAJE CON TÉCNICA ROLL GUIADO POR RM: RESULTADOS ([Figura 21](#))

◦ **PROCEDIMIENTOS REALIZADOS**

Desde marzo 2012 a Agosto 2015

- 86 ROLL en 77 pacientes
- 7 pacientes con marcajes múltiples
 - 3 pacientes con 2 marcajes en la misma mama
 - 1 pacientes con 1 marcaje en cada mama
 - 2 pacientes con 3 marcajes : 2 en una mama y 1 en la contralateral
 - 1 paciente con 2 marcajes en la misma lesión, marcando los límites

INDICACIONES

- 18 lesiones diagnosticadas con BAV guiada por RM.
- 4 lesiones con BAG previa guiada por ecografía (lesiones muy pequeñas)
- 9 casos de microcalcificaciones con BAV guiada con mamografía La captación tumoral excede los límites de las microcalcificaciones
- 55 lesiones residuales después de quimioterapia neoadyuvante
- En 12 pacientes que se planea mastectomía, se marcan restos tumorales
- En 43 pacientes para cirugía conservadora para marcar restos tumorales o lecho tumoral

ANATOMÍA PATOLÓGICA

- 74 casos: carcinoma ductal infiltrante (CDI)
- 4 casos: Carcinoma ductal in situ (CDIS)
- 3 casos: CDI + CDIS
- 5 casos: carcinoma lobulillar invasivo

MÁRGENES QUIRÚRGICOS

- Márgenes quirúrgicos libres: 92%
- Márgenes quirúrgicos afectados: 8 %

Imágenes en esta sección:

BIOPSIA SISTIDA POR VACIO (BAV) GUIADA POR RM Y POSTERIOR COLOCACION DE UN MARCADOR DE TITANIO. EL PROBLEMA

Paciente con alto riesgo de cáncer de mama: Realce no masa focal irregular en la región central de la mama izquierda (A, B). No se ha visualizado con mamografía ni ecografía. BAV guiada por RM (C, D). Imágenes RM tras la biopsia muestran un hematoma (E, F). La imagen de RM después de la aspiración muestran una disminución significativa del hematoma (G). Se colocó un marcador de titanio en el sitio de la biopsia y se realiza una mamografía para confirmar la posición del marcador (H, I). La posición final del marcador (flecha azul) aparece desplazada medialmente en relación a la lesión biopsiada, probablemente debido a movimiento del mismo en el hematoma que rellena la cavidad post-biopsia.

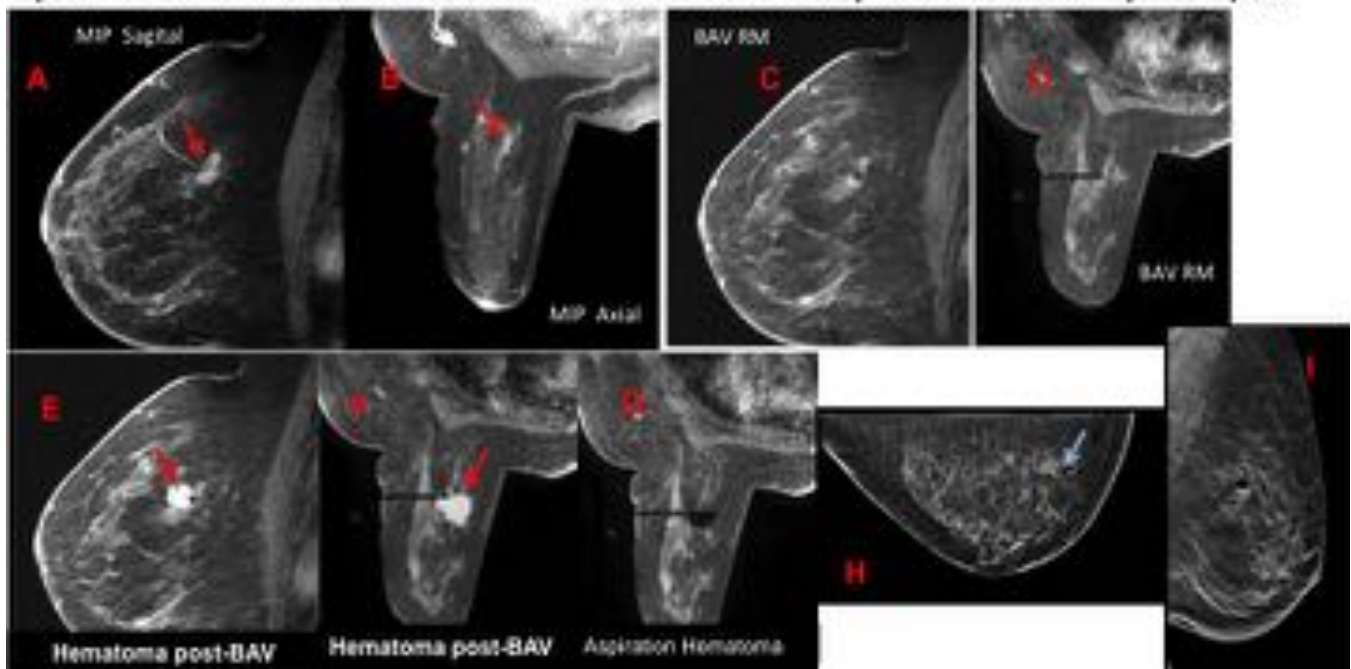


Fig. 1: Figura 1

LOCALIZACIÓN CON ARPÓN DE TITANIO GUIADO CON RM. LA SOLUCIÓN

El análisis patológico reveló la presencia de carcinoma ductal in situ (CDIS) de grado 2. El mismo día de la cirugía, se colocó un arpón de titanio en la lesión bajo la guía de RM (A, B, C, D). En la proyección craneocaudal de la mamografía (E), el marcador de titanio colocado inmediatamente después de BAV (flecha azul) se encuentra a 2 cm de distancia de la lesión (punta del arpón). Diagnóstico final: CDIS de grado 2, 10 mm de tamaño. Los márgenes quirúrgicos fueron negativos.

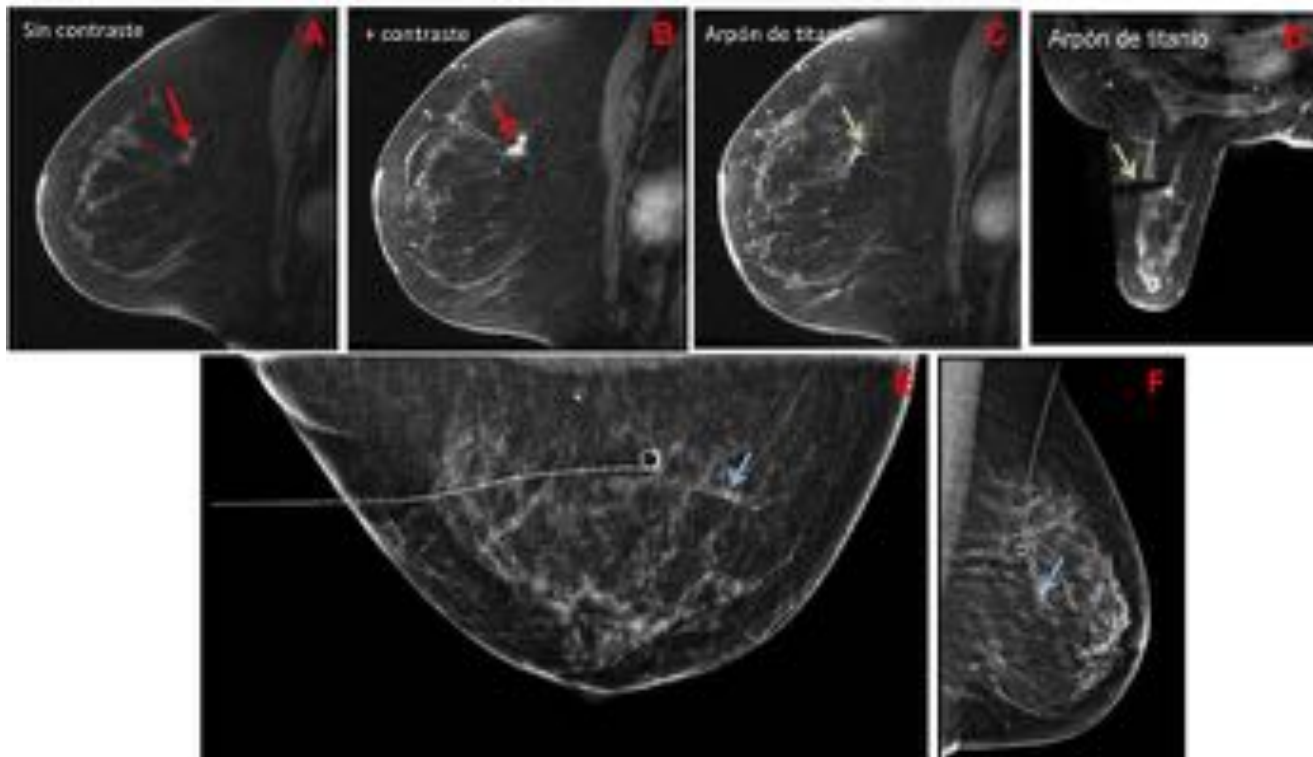


Fig. 2: Figura 2

COLOCACIÓN DE ARPÓN GUIADO POR RM PREVIO A CIRUGÍA CONSERVADORA

1. LESIÓN VISTA SOLO CON RM (MAMOGRAFÍA AND US NEGATIVOS). BAV GUIADO POR RM. Ca Lobulillar Invasivo

Paciente con una pequeña masa en la mama derecha con márgenes irregulares, que no se ve con mamografía ni ecografía. (A, B). RM post contraste sagital y axial (flechas rojas). (C) Estudio dinámico con lavado (curva tipo tipo 3). Se recomendó BAV guiada por RM (D). La anatomía patológica reveló la presencia de Carcinoma lobulillar invasivo.



Fig. 3: Figura 3

COLOCACIÓN DE ARPÓN GUIADO POR RM PREVIO A CIRUGÍA CONSERVADORA

LESION VISTA SOLO CON RM (MAMOGRAFÍA AND US NEGATIVOS). BAV GUIADO POR RM. Ca Lobulillar invasivo

Cirugía conservadora de mama

COLOCACIÓN DE ARPÓN DE TITANIO DE FORMA GUIADA POR RM
10 días tras la biopsia

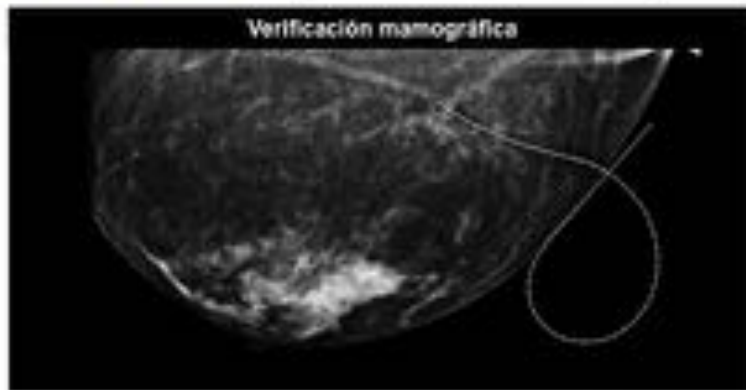
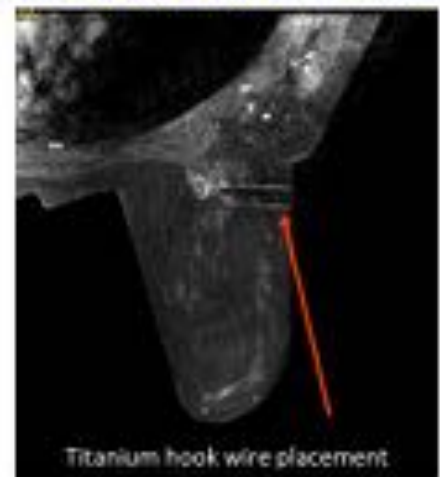


Fig. 4: Figura 4

COLOCACIÓN DE ARPÓN GUIADO POR RM PREVIO A CIRUGÍA CONSERVADORA

2. MICROCALCIFICACIONES. Se detectaron un pequeño grupo de microcalcificaciones en el CIE [círculo rojo]. Se realizó BAV y se colocó un marcador de titanio. La anatomía patológica reveló la presencia de un carcinoma ductal in situ (CDIS) grado 2. **RM DE ESTADIFICACIÓN.** Realce ductal sospechoso que se extiende en sentido anterior [flechas azules], más allá del marcador de titanio colocado en el sitio de la biopsia [flecha roja].

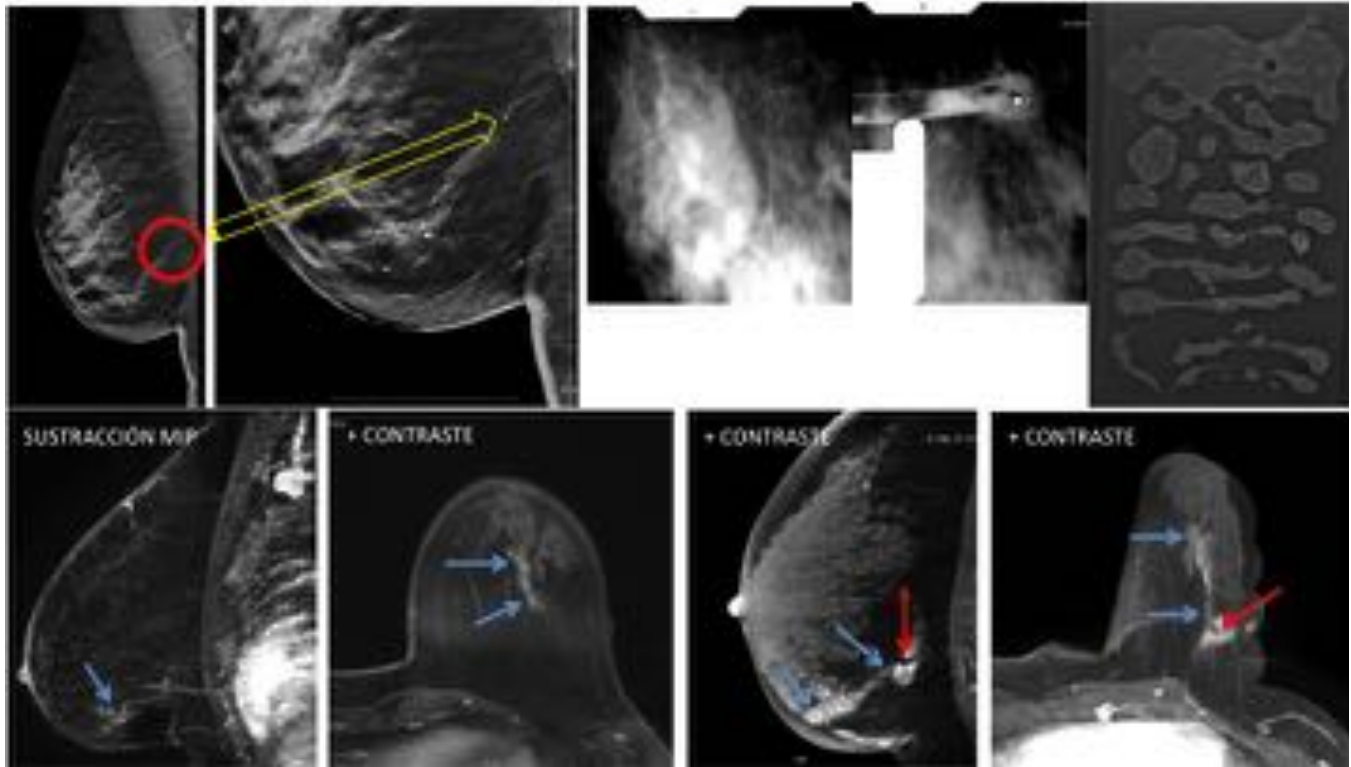


Fig. 5: Figura 5

COLOCACIÓN DE ARPÓN GUIADO POR RM PREVIO A CIRUGÍA CONSERVADORA

Se colocaron dos arpones de titanio (flechas rojas) de forma guiada por RM. Uno se colocó en la parte posterior de la lesión (sobre el marcador de titanio colocado después de la biopsia (flecha verde), mientras que el segundo se colocó en la parte más anterior del realce ductal (flechas rojas) [A, B]. Mamografías lateral y craneocaudal antes de la cirugía [C, D]. Mamografía del espécimen quirúrgico [E]. La anatomía patológica mostró CDIS de 22 mm de tamaño, se encontraron márgenes quirúrgicos libres.

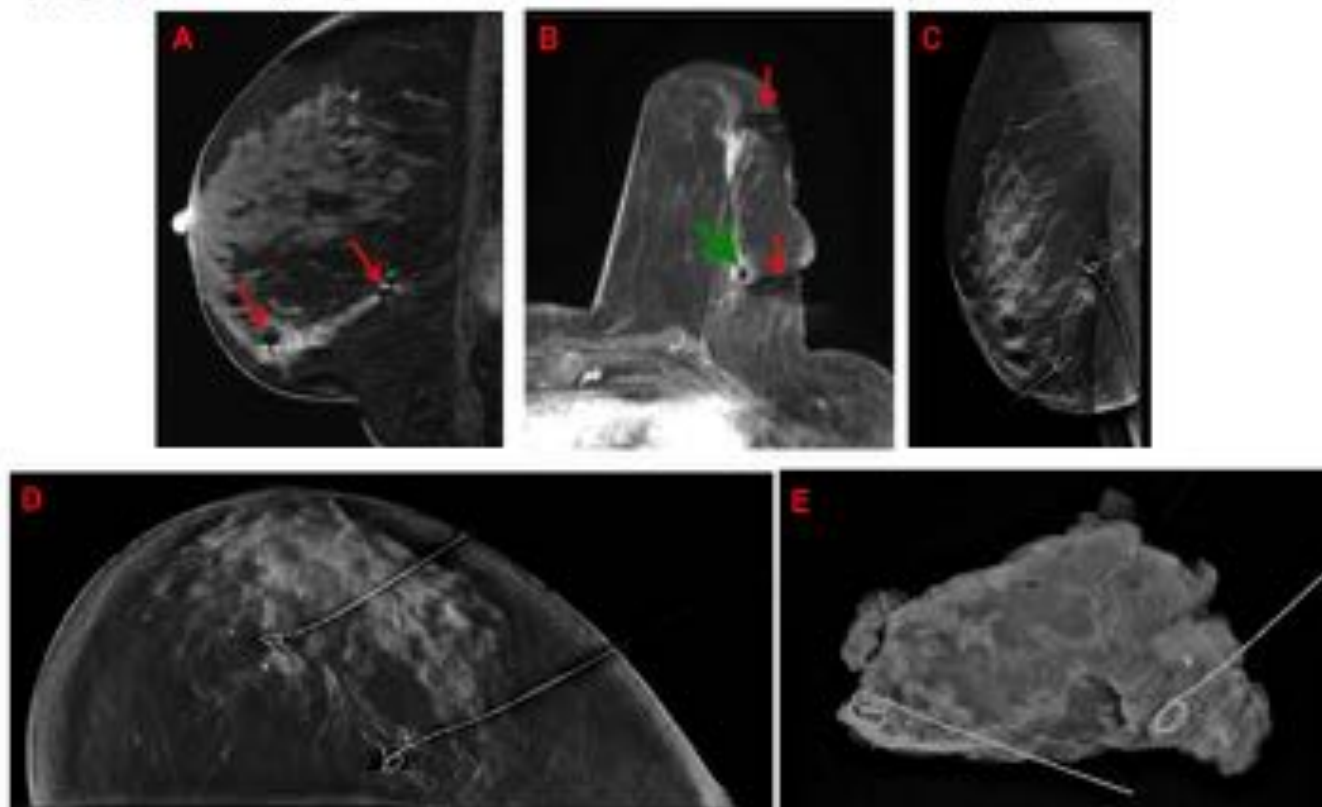
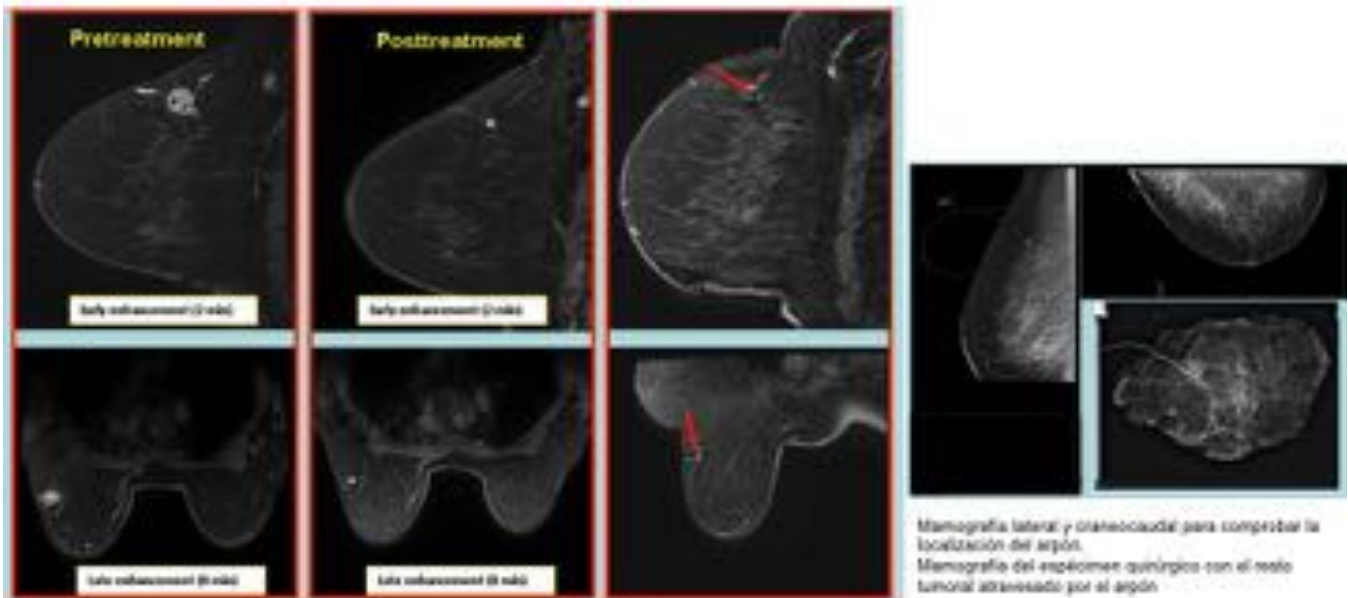


Fig. 6: Figura 6

COLOCACIÓN DE ARPÓN GUIADO POR RM PREVIO A CIRUGÍA CONSERVADORA

3. TUMOR RESIDUAL TRAS QUIMIOTERAPIA NEOADYUVANTE. Clásicamente, cuando se considera que la cirugía conservadora de la mama es una opción al final del tratamiento, se debe colocar un marcador de titanio en el centro del tumor antes de empezar la quimioterapia. En nuestra institución, preferimos marcar el tumor después del tratamiento. Se localizan los restos tumorales con RM de mama tras el tratamiento neoadyuvante y se coloca un arpón de titanio directamente en el tumor residual de manera muy precisa

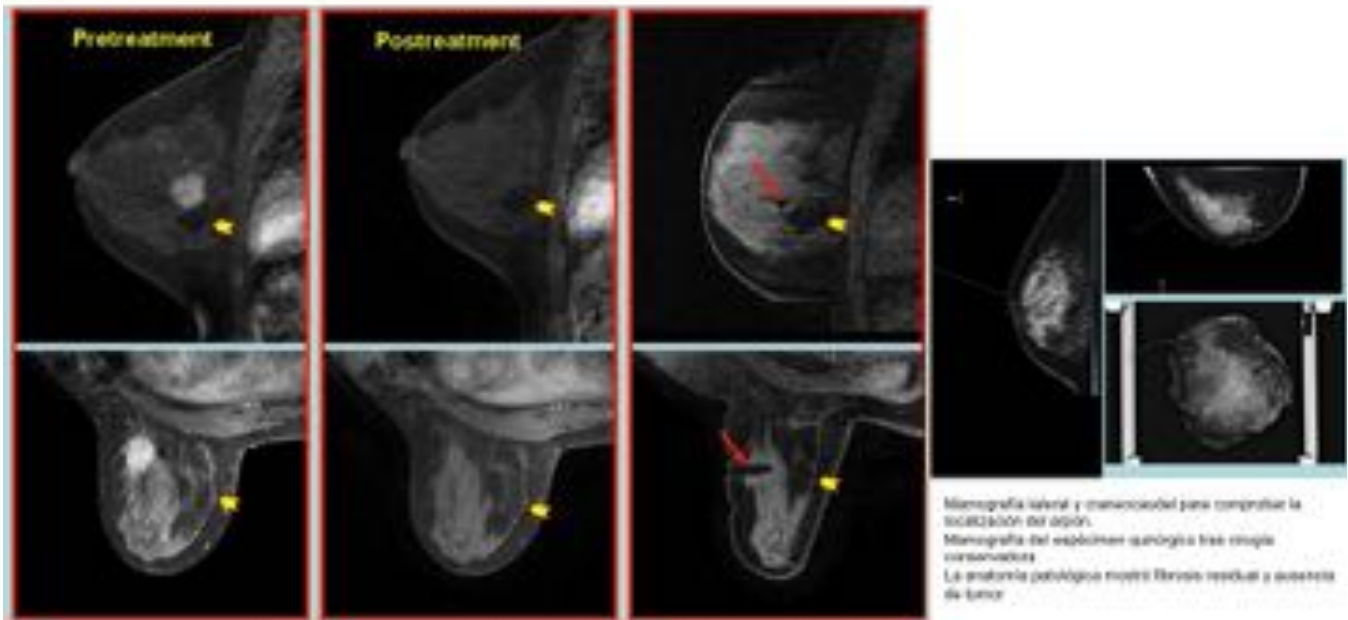


Tumor triple negativo. El tamaño inicial era de 20 mm. Tras tratamiento neoadyuvante persiste un nódulo de 5 mm. Se coloca un arpón de titanio guiado por RM sobre este nódulo de forma precisa previo a la cirugía.

Fig. 7: Figura 7

COLOCACIÓN DE ARPÓN GUIADO POR RM PREVIO A CIRUGÍA CONSERVADORA

4. RESPUESTA COMPLETA TRAS QUIMIOTERAPIA NEOADYUVANTE Las imágenes de RM al final del tratamiento son capaces de mostrar la ubicación original exacta del tumor en los tres planos del espacio (axial, coronal y sagital), incluso cuando el tumor desaparece totalmente por respuesta completa. Se puede colocar un arpón de titanio guiado por RM sobre el tumor o fibrosis residual de una manera muy precisa.



Tumor triple negativo. El realce tumoral desaparece totalmente tras el tratamiento. Se coloca un arpón de titanio (flechas) sobre la localización original del tumor. Con las imágenes en los tres planos del espacio es fácil encontrar referencias (cabezas de flecha) que permiten saber la localización inicial exacta del tumor

Fig. 8: Figura 8

COLOCACIÓN DE ARPONES DE TITANIO GUIADOS CON MRI

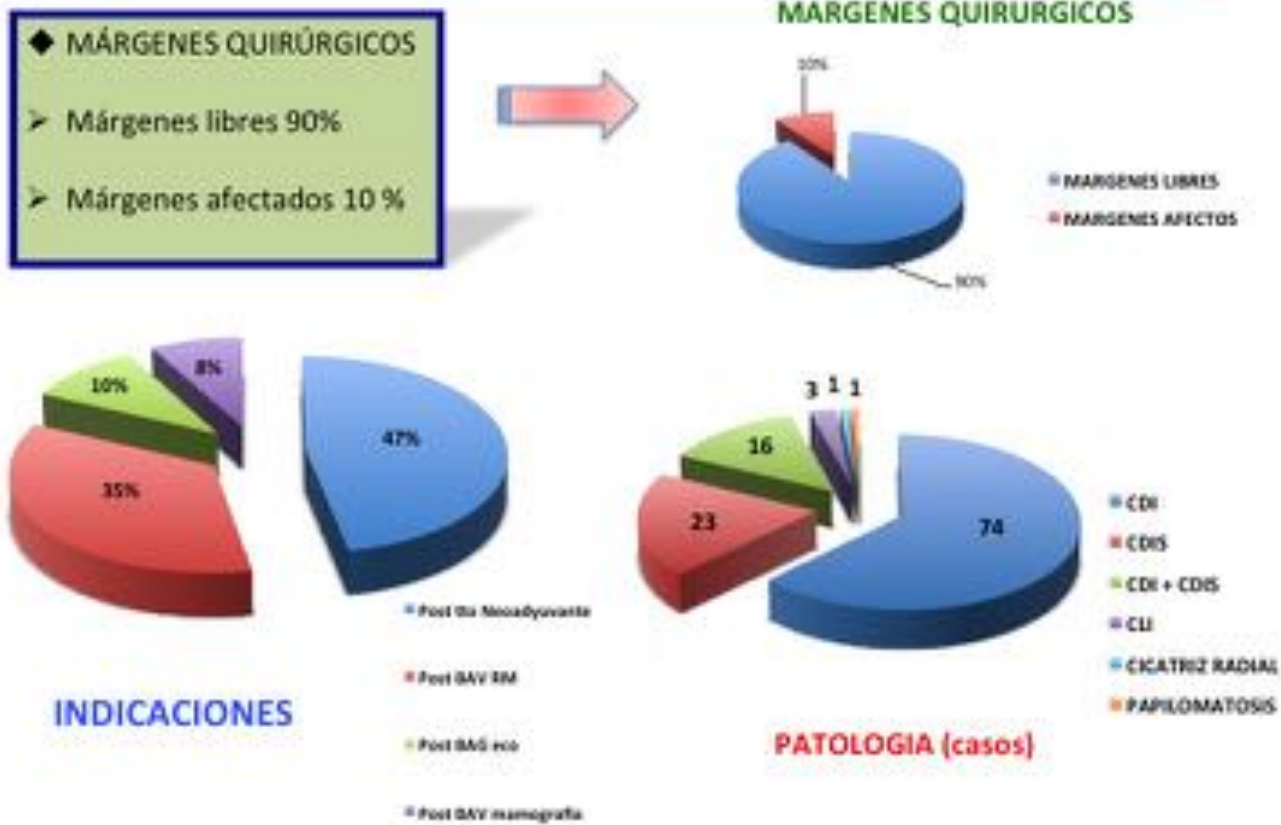
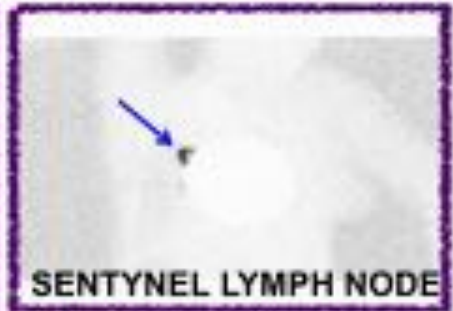
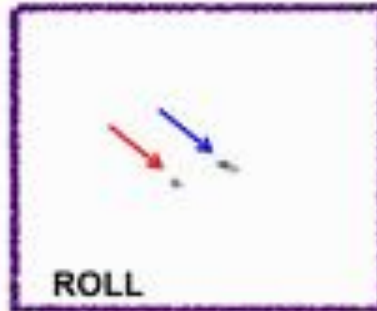


Fig. 9: Figura 9

TÉCNICA ROLL GUIADA POR RM

LINFOESCINTIGRAFÍA

Aproximadamente 2 horas tras la punción por RM, se realiza una linfoscintigrafía para comprobar la presencia del radiotrazador en la lesión de la mama (flecha roja) y en la axila (flecha azul)



CIRUGÍA

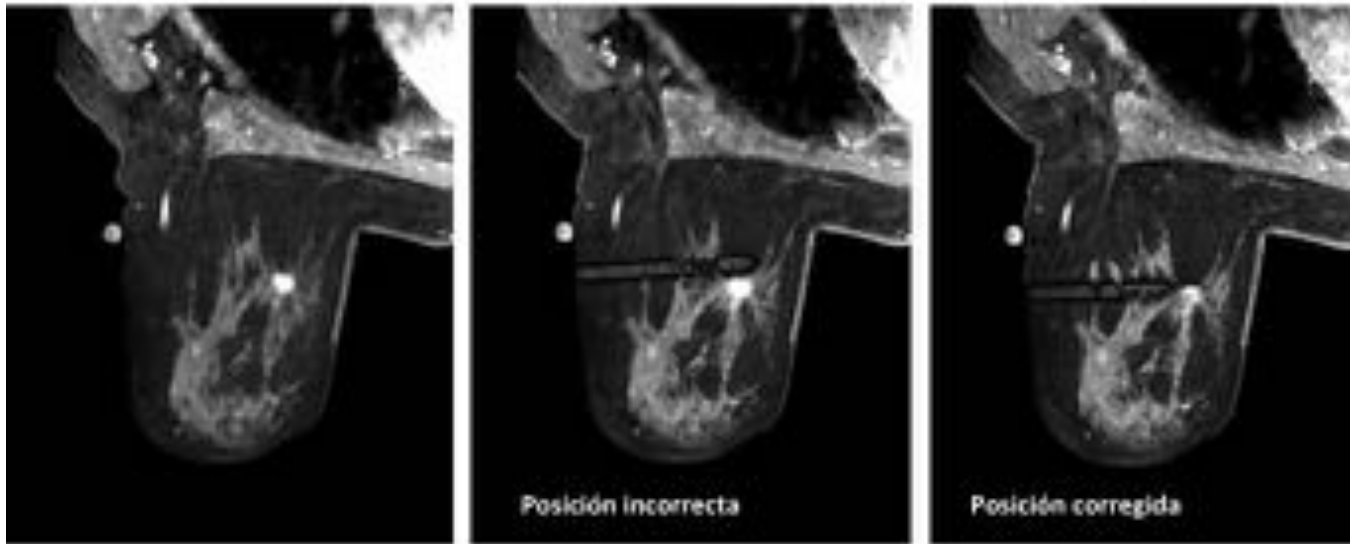
Tanto la lesión de la mama como el ganglio centinela son localizados intraoperatoriamente usando una sonda gamma



Fig. 10: Figura 10

TÉCNICA ROLL GUIADA POR RM

ASPECTOS TÉCNICOS



Recolocación de la aguja de titanio.

Fig. 11: Figura 11

TÉCNICA ROLL GUIADA POR RM

Mujer de 51 años. Paciente de alto riesgo para cáncer de mama.

RM de mama: pequeña mama de 7 mm, localizada en región central de la mama derecha. Márgenes irregulares, curva tipo 3 y en estudio de difusión ADC bajo ($ADC = 0.93 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{seg}$). BIRADS 5.

Ecografía dirigida negativa.

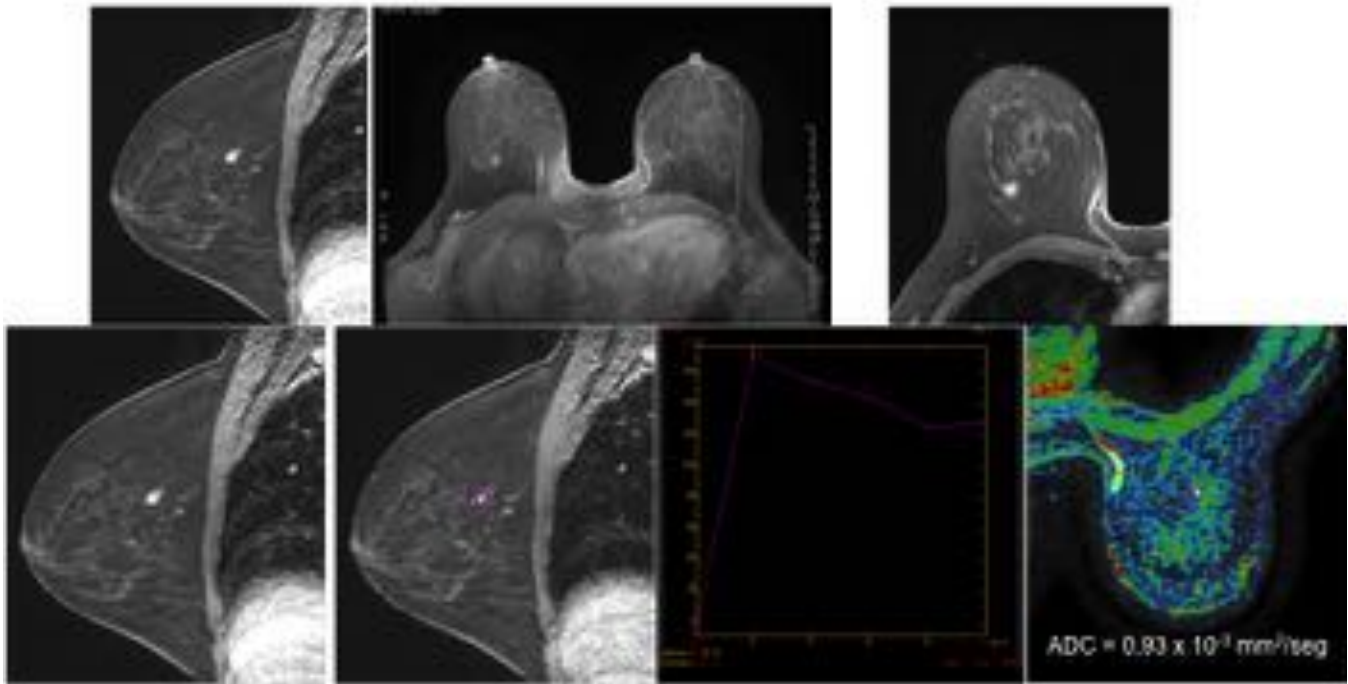
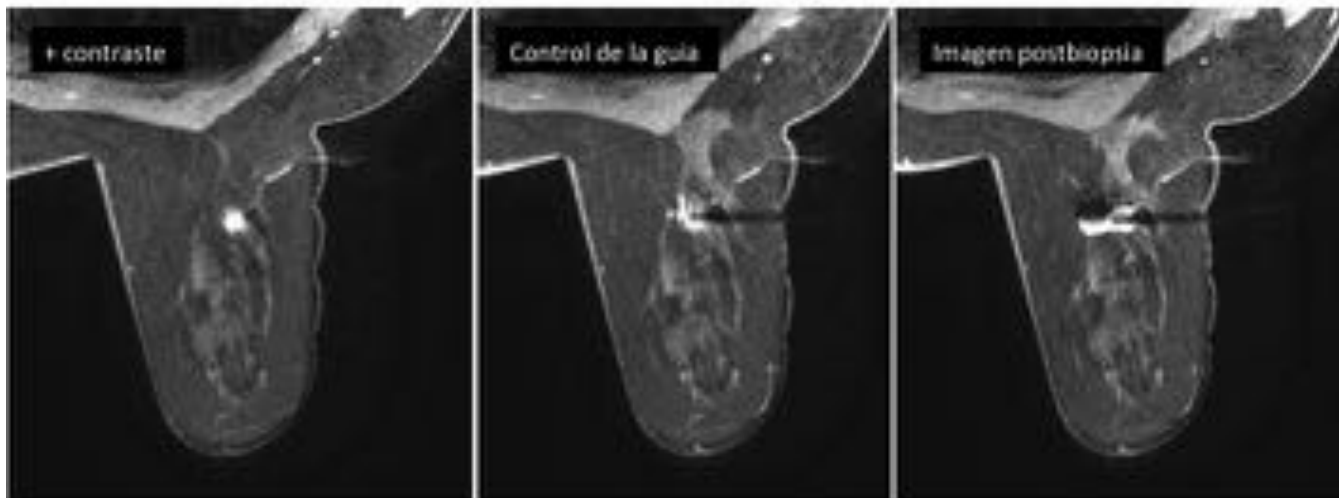


Fig. 12: Figura 12

TÉCNICA ROLL GUIADA POR RM

BAV GUIADO POR RM



HISTOLOGÍA: carcinoma ductal invasivo grado II

Fig. 13: Figura 13

TÉCNICA ROLL GUIADA POR RM

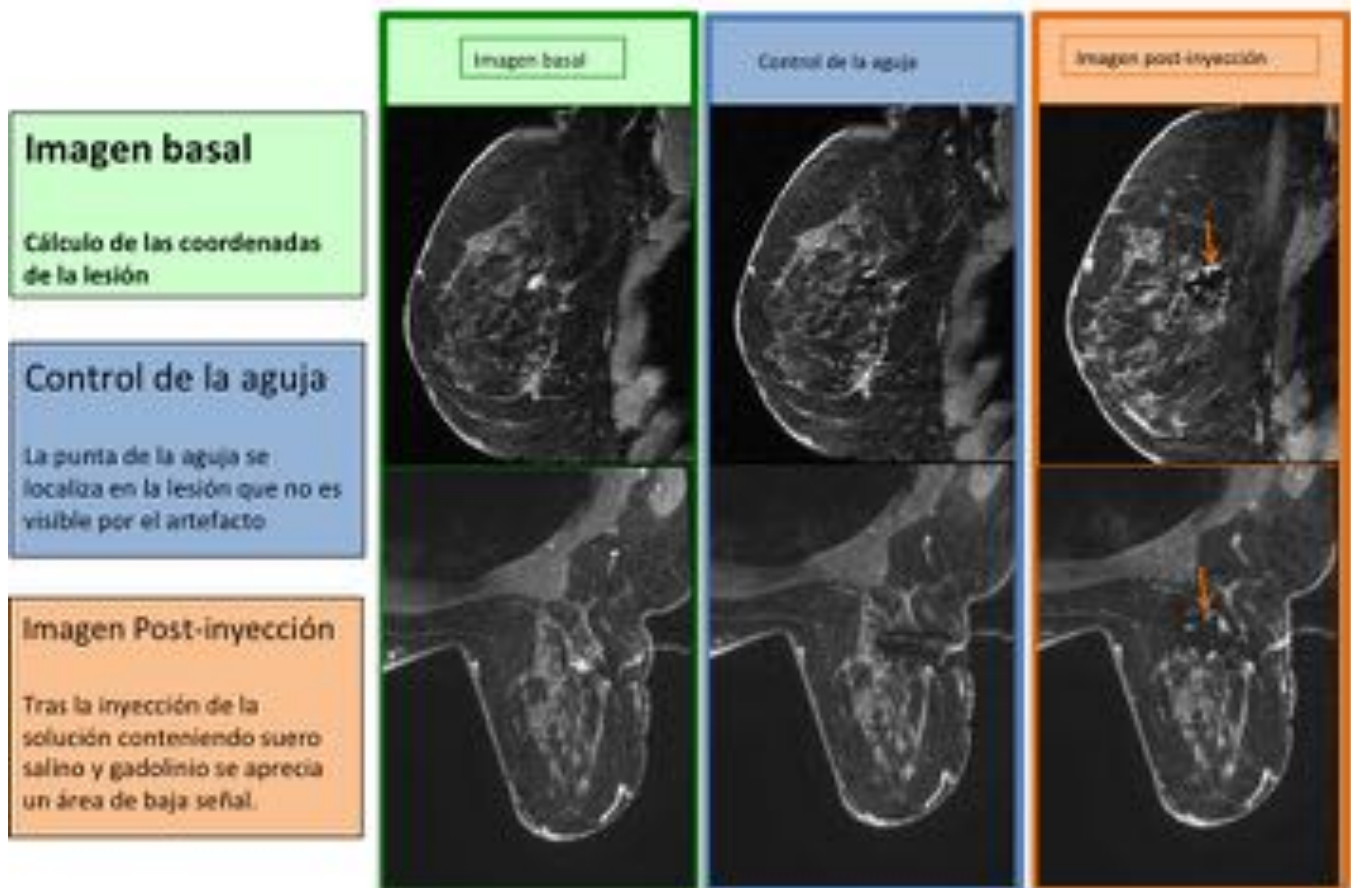


Fig. 14: Figura 14

TECNICA ROLL BILATERAL EN 3 LESIONES

Mujer de 57 años. Nódulo sospechoso (8 mm) detectado en ecografía . La lesión se encuentra en CSI de mama izquierda. Se realiza BAG guiada por ecografía y el resultado fue carcinoma ductal infiltrante grado 1.

RM de mama de estadificación. Además de la lesión biopsiada se aprecian 2 lesiones adicionales sospechosas. Una en CIE de la mama izquierda y otra en CII de la mama derecha contralateral.

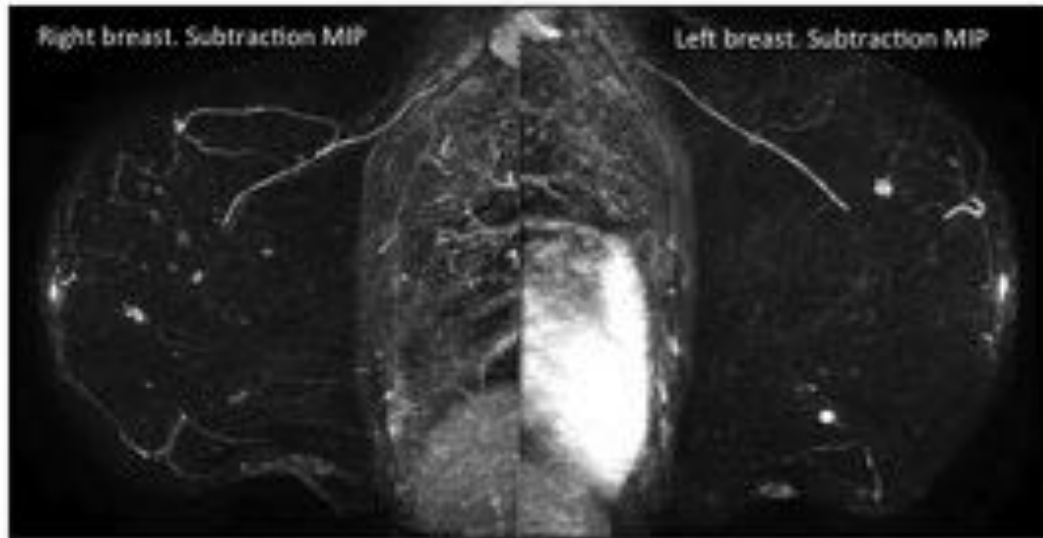


Fig. 15: Figura 15

TECNICA ROLL BILATERAL EN 3 LESIONES

RM MAMA: IZQUIERDA

- LESION 1 (previamente biopsiada con ecografía): masa de 8 mm, localizada en CSI. Margen irregular y curva tipo 1
- LESION 2: masa de 6 mm, localizada en CIE. Margen discretamente irregular y curva tipo 2

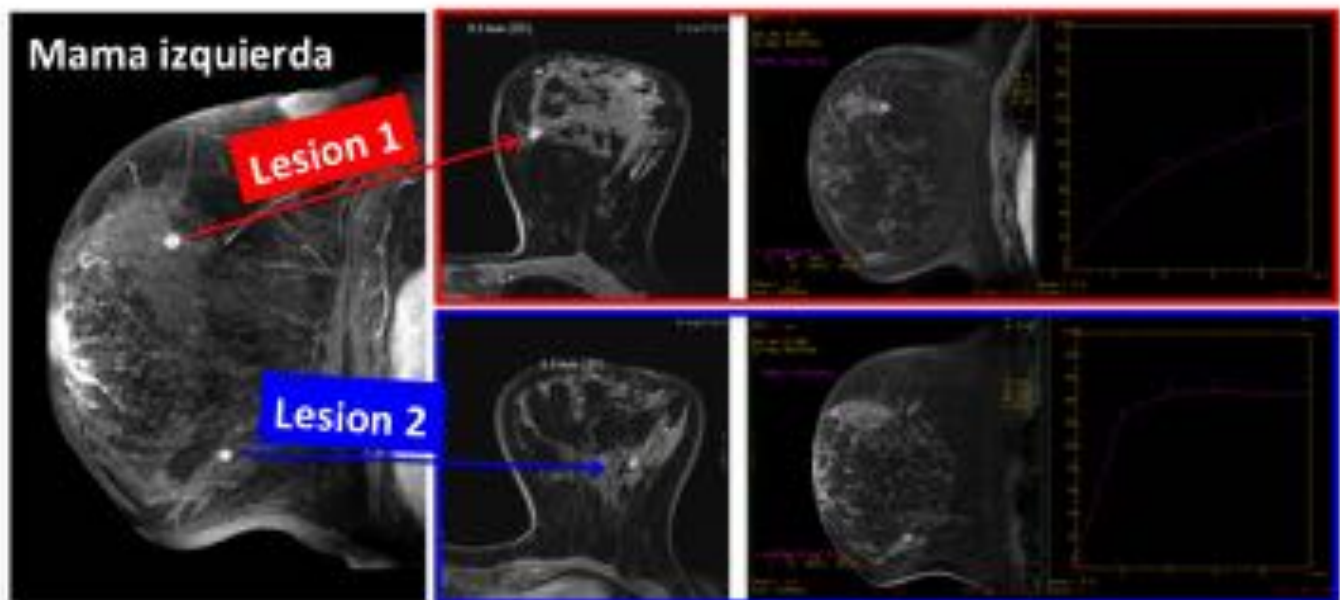


Fig. 16: Figura 16

TECNICA ROLL BILATERAL EN 3 LESIONES

RM MAMA: DERECHA

➤ LESION 3: masa de 10 mm con márgenes irregulares, localizada en CII con curva tipo 1.

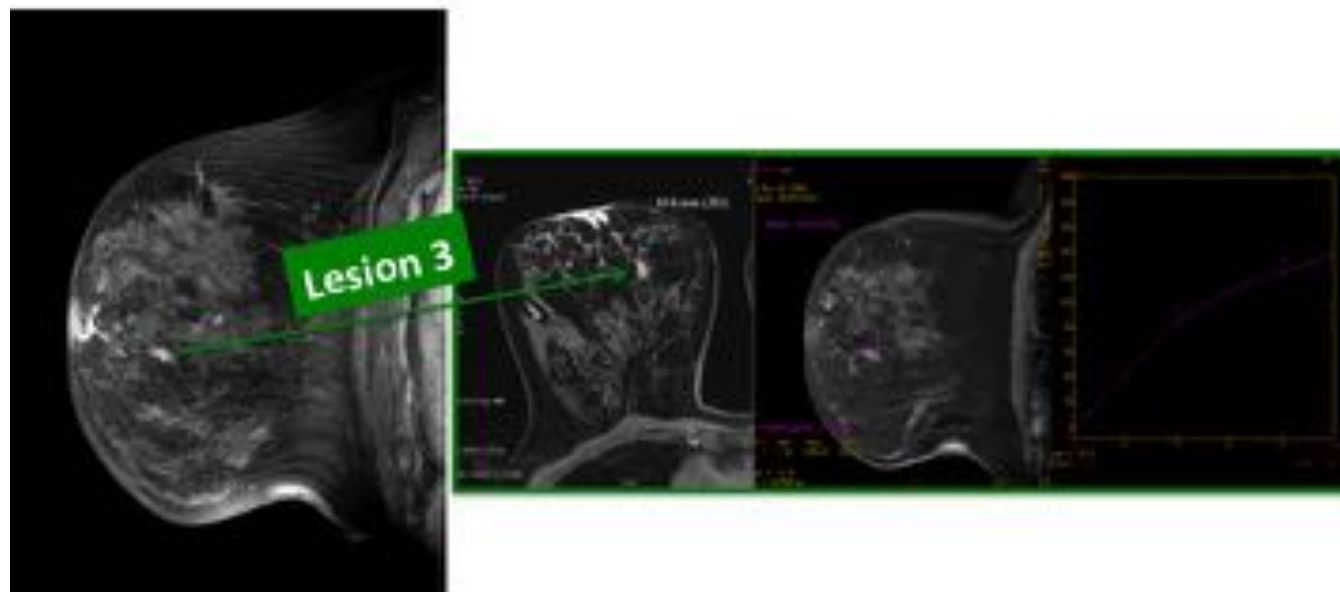


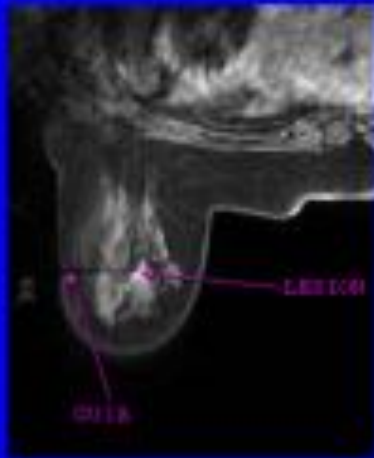
Fig. 17: Figura 16

TECNICA ROLL BILATERAL EN 3 LESIONES

ECOGRAFIA SECOND LOOK : Se realiza ecografía dirigida intentando localizar las 2 lesiones adicionales visualizadas en RM. El resultado fue **negativo**.

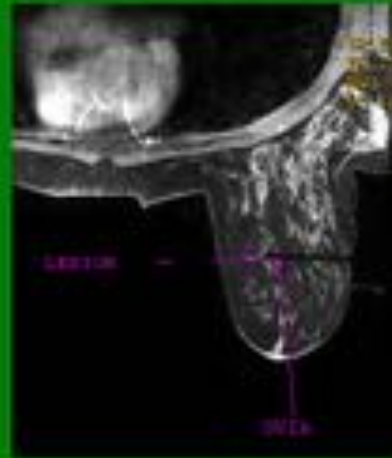
BIOPSIA ASISTIDA CON VACIO (BAV) GUIADA POR RM

MAMA IZQUIERDA: BAV GUIADA RM. LESION 2



HISTOLOGÍA: CARCINOMA DUCTAL IN SITU (alto grado)

MAMA DERECHA: BAV GUIADA RM. LESION 3



HISTOLOGÍA: CARCINOMA DUCTAL IN SITU (bajo grado)

Fig. 18: Figura 18

TECNICA ROLL BILATERAL EN 3 LESIONES

El Comité de Tumores de nuestro Hospital decidió realizar cirugía conservadora en las dos mamas. Para marcar la localización se realizó ROLL guiado por RM en las 3 lesiones simultáneamente y ganglio centinela en la mama izquierda.

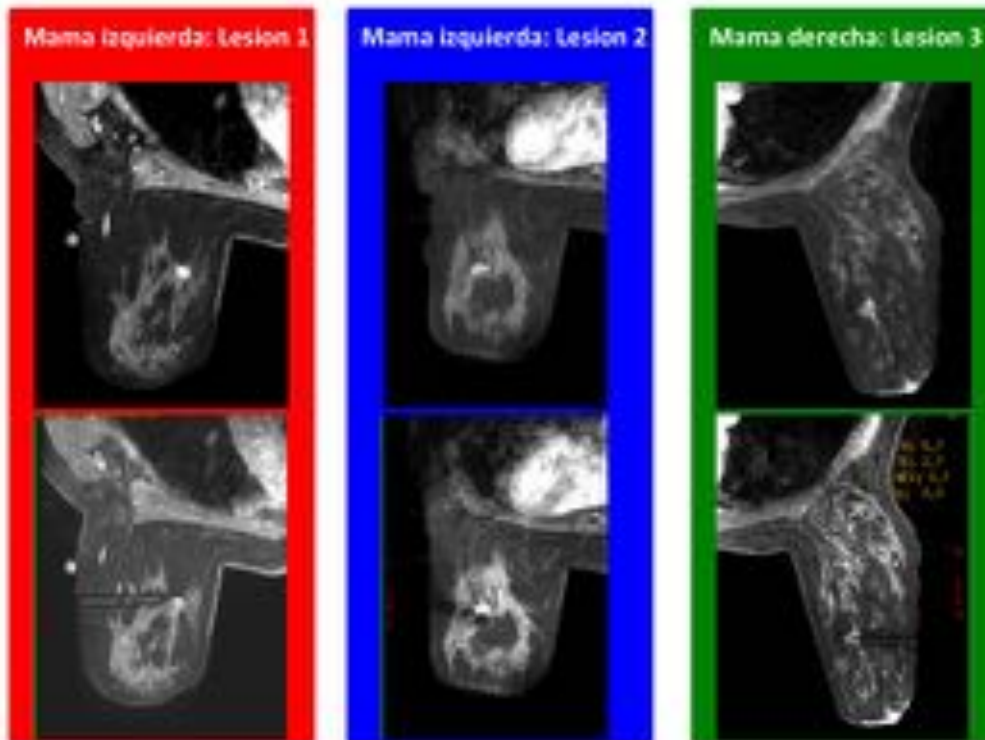


Fig. 19: Figura 19

TECNICA ROLL BILATERAL EN 3 LESIONES

LINFOESCINTIGRAFÍA

Se detectan las 3 lesiones y el ganglio centinela en la axila izquierda
Resección completa de las 3 lesiones con márgenes libres
Ganglio centinela negativo.

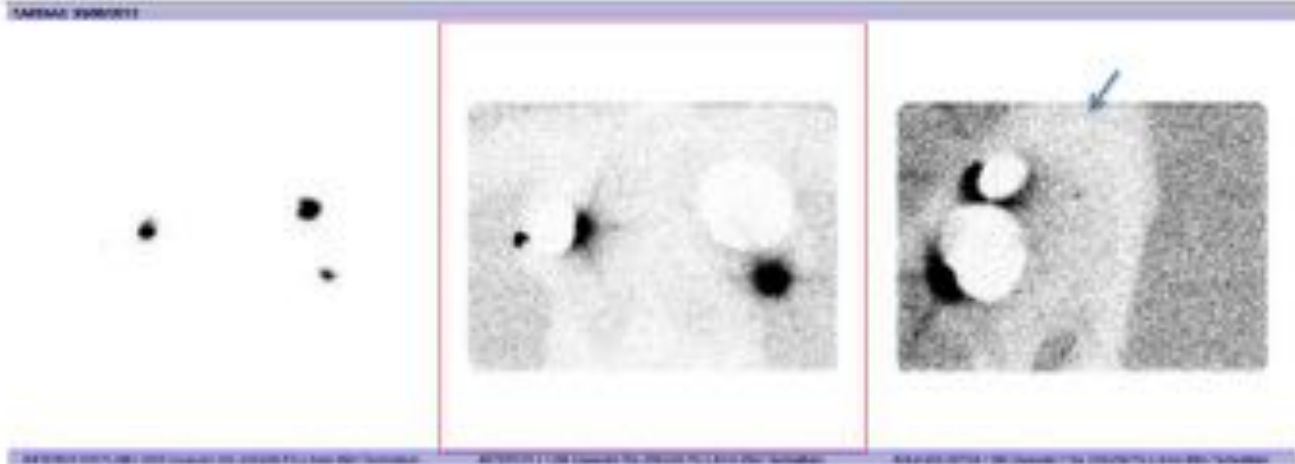
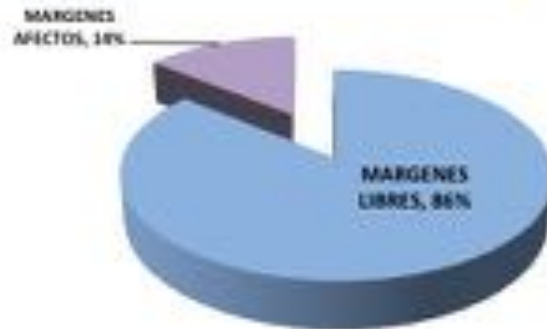


Fig. 20: Figura 20

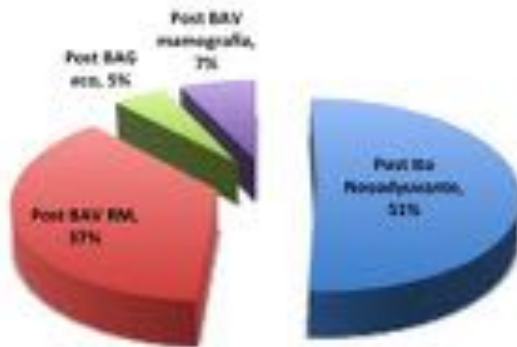
ROLL (Radioguided Occult Lesion Localization) GUIADO POR RM

◆ MÁRGENES QUIRÚRGICOS

- Márgenes libres 86 %
- Márgenes afectados 14 %



INDICACIONES TÉCNICA ROLL



PATOLOGÍA (casos)

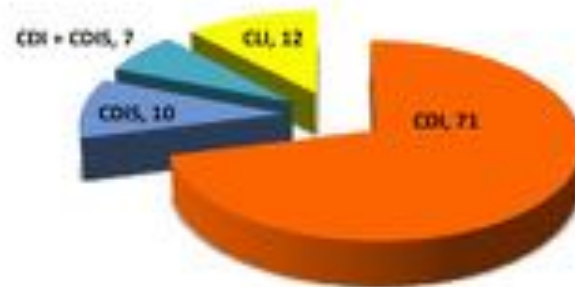


Fig. 21: Figura 21

Conclusiones

Las lesiones sospechosas detectadas solamente por resonancia magnética (que no se ve con la mamografía ni ecografía) deben ser confirmados histológicamente. El diagnóstico histológico se realiza de forma rutinaria mediante una biopsia asistida por vacío guiada por RM.

Típicamente, después de la biopsia, un marcador de titanio se coloca para señalar el sitio de la biopsia en caso de que necesita cirugía posterior.

Los marcadores de titanio colocados inmediatamente después de la biopsia guiada por resonancia magnética pueden moverse debido al tamaño relativamente grande de la cavidad resultante y la posterior formación de un hematoma después del procedimiento.

VENTAJAS DE LA COLOCACIÓN DIRECTA DE ARPONES DE TITANIO O TÉCNICA ROLL GUIADA POR RM:

- Fácil de realizar
- Relativamente rápido (20 minutos)
- Es seguro (no hay complicaciones en los procedimientos realizados)
- Muy preciso: **Baja incidencia de márgenes quirúrgicos afectados.**
- Puede ser utilizado para marcar los límites de las lesiones con distribución ductal o segmentaria

Bibliografía / Referencias

1. The disappearing clip: an unusual complication in MRI biopsy. Bourke AG1, Peter P1, Jose CL2. *BMJ Case Rep.* 2014 Aug 19;2014.
2. Clip or marker migration 5-10 weeks after stereotactic 11-gauge vacuum-assisted breast biopsy: report of two cases. Birdwell RL, Jackman RJ. *Radiology.* 2003 Nov; 229(2):541-4.
3. Clip migration after vacuum-assisted stereotactic breast biopsy: a pitfall in preoperative wire localization. Bernaerts A, De Schepper A Jr, Van Dam P, Pouillon M. *JBR-BTR.* 2007 May-Jun; 90(3):172-5.
4. Radio-guided occult lesion localisation for breast lesions under computer-aided MRI guidance: the first experience and initial results. Yilmaz MH, Kilic F, Icten GE, Aydogan F, Ozben V, Halac M, Olgun DC, Gazioglu E, Celik V, Uras C, Altug ZA. *Br J Radiol.* 2012 Apr;85(1012):395-402.
5. Targeting difficult accessible breast lesions: MRI-guided needle localization using a freehand technique in a 3.0 T closed bore magnet. Meeuwis C, Peters NH, Mali WP, Gallardo AM, van Hillegersberg R, Schipper ME, van den Bosch MA. *Eur J Radiol.* 2007 May; 62(2):283-8.
6. Magnetic resonance imaging-guided occult breast lesion localization and simultaneous sentinel lymph node mapping.. de Lima Docema MF, Costa PA, de Andrade FE, Bevilacqua JL, Elias S, Cerri GG, Barros AC, Nazario AC. *World J Surg Oncol.* 2014 Oct 23;12:320
7. Radioguided occult lesion localisation (ROLL) in breast-conserving surgery after neoadjuvant chemotherapy.. Donker M, Straver ME, Rutgers EJ, Valdés Olmos RA, Loo CE, Sonke GS, Wesseling J, Vrancken Peeters MJ. *Eur J Surg Oncol.* 2012 Dec; 38(12):1218-24.
8. Magnetic resonance imaging-radioguided occult lesion localization (ROLL) in breast cancer using Tc-99m macro-aggregated albumin and distilled water control. Philadelpho Arantes Pereira F, Martins G, Gregorio Calas MJ, Fonseca Torres de Oliveira MV, Gasparetto EL, Barbosa da Fonseca LM. *BMC Med Imaging.* 2013 Sep 18; 13:33.