

ORIGINAL

Cirugía guiada con radiotrazadores de lesiones de mama no palpables y del ganglio centinela



Verónica Ricart Selma^{a,*}, Pedro Juan González Noguera^b, Carmen Martínez Rubio^a,
Julia Camps Herrero^a, Miquel Forment Navarro^a, Julia Cano Gimeno^a,
Juan Blas Ballester Sapiña^b y Ana Tembl Ferrairo^c

^a Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital de la Ribera, Alzira, Valencia, España

^b Servicio de Cirugía General y Digestiva, Hospital de la Ribera, Alzira, Valencia, España

^c Servicio de Medicina Nuclear, Hospital de la Ribera, Alzira, Valencia, España

Recibido el 18 de abril de 2013; aceptado el 17 de septiembre de 2013

Disponible en Internet el 9 de noviembre de 2013

PALABRAS CLAVE

Cirugía;
Mama;
Biopsia del ganglio
centinela;
Trazador

Resumen

Objetivo: Evaluar nuestra experiencia en el procedimiento de localización prequirúrgica de lesiones de mama no palpables (LMNP) y del ganglio centinela (GC) con radiotrazadores.

Material y métodos: Se incluyeron las LMNP localizadas prequirúrgicamente durante el período comprendido desde enero de 2001 a diciembre de 2011. La inyección del radiotrazador se realizó guiada con ecografía o mamografía. Se obtuvo comprobación con gammagrafía prequirúrgica en todos los casos. El cirujano localizaba en quirófano las LMNP y el GC axilar con una sonda detectora portátil. El estudio histológico del GC se realizó intraoperatorio para evitar reintervenciones si estaba indicada la linfadenectomía axilar.

Resultados: Se incluyeron 881 pacientes, de las cuales 226 presentaban lesiones benignas en las que estaba indicada la tumorectomía, y 655 presentaban lesiones malignas en las que estaba indicado el tratamiento quirúrgico conservador. La tasa de detección de las LMNP fue del 99,4%, consiguiendo reducir las reintervenciones por bordes afectados hasta un 7,4%.

Conclusión: En nuestra experiencia la cirugía radioguiada de LMNP con radiotrazadores es una técnica sencilla y rápida que permite la extirpación con márgenes quirúrgicos suficientes y resultado estético óptimo, así como la biopsia del GC en la misma intervención.

© 2013 SESPM. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: vricart@hospital-ribera.com (V. Ricart Selma).

KEYWORDS

Surgery;
Breast;
Sentinel lymph node
biopsy;
Tracer

Radioguided localization with radiotracer of non palpable breast lesions and sentinel node**Abstract**

Objective: To evaluate our experience with preoperative localization of non-palpable breast lesions (NPBL) with the injection of a radiotracer, or radioguided occult lesion localization technique, and with localization of NPBL and sentinel node (SN) with a single injection of radiotracer, or SN and occult lesion localization technique.

Material and methods: We included NPBL in which excision was indicated during the period from January 2001 to December 2011. The radiotracer was injected under stereotactic or ultrasound guidance. Scintigraphy was carried out in all patients before surgery. The surgeon in the operating room had a hand-held gamma probe to locate the lesions in the breast and in the axilla. Intraoperative pathological examination of the SN was done to avoid reinterventions if there were indications for axillary lymphadenectomy.

Results: We included 881 patients: 226 benign lesions were localized in patients with indications for lumpectomy and 655 malignant lesions in patients scheduled for breast conserving treatment. The detection rate of NPBL was 99.4%. Reoperations were reduced to 7.4%.

Conclusion: In our experience, radioguided surgery of NPBL with radioguided occult lesion localization-SN and occult lesion localization is a quick and simple technique that allows tumor excision with adequate surgical margins and optimal cosmetic results, as well as SN biopsy during the same operation.

© 2013 SESPM. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La localización prequirúrgica de las lesiones de mama no palpables (LMNP) supone un reto diario para los radiólogos especializados en patología mamaria, pues su localización correcta es imprescindible para conseguir la exéresis radical de la lesión con un resultado estético óptimo¹.

La labor realizada en las Unidades de Detección Precoz de Cáncer de Mama² y el avance de las técnicas de imagen en el estudio de la patología mamaria³⁻⁵ contribuyen significativamente al diagnóstico de las LMNP.

También hay que incluir las pacientes con cáncer de mama en tratamiento neoadyuvante en las que se observa con frecuencia respuesta parcial mayor o completa⁶.

Sirva como ejemplo de la relevancia de las LMNP el hecho de que en nuestro hospital, 3 de cada 4 cánceres de mama tratados con cirugía conservadora entre los años 2007-2011 han precisado localización prequirúrgica radioguiada por tratarse de LMNP.

La técnica radiológica que se utiliza con más frecuencia para localizar LMNP es la colocación de guías metálicas («arpón»). Sin embargo, en nuestro hospital utilizamos desde 2001 la técnica de localización con radiotrazadores, denominada genéricamente ROLL (*radioguided occult lesion localization*) para localizar LMNP, y SNOLL (*sentinel node and occult lesion localization*) para localizar LMNP y ganglio centinela (GC).

El objetivo de este trabajo es evaluar nuestra experiencia con técnica ROLL-SNOLL durante 11 años.

Material y métodos

Estudio retrospectivo sobre el procedimiento y los resultados obtenidos en nuestro hospital con la aplicación de ROLL-SNOLL.

Desde enero de 2001 a diciembre de 2011 se incluyeron 881 pacientes con LMNP con una edad media de 57 años (rango 25-85 años), remitidas por la Unidad de Detección Precoz de Cáncer de Mama, Atención Primaria o consultas externas, independientemente del tamaño de las LMNP, situación, extensión, multifocalidad o multicentricidad o de su anatomía patológica, e indistintamente de la edad y los antecedentes personales de la paciente.

Tras el diagnóstico de cáncer de mama con biopsia con aguja gruesa 14 G guiada con ecografía o biopsia asistida por vacío 9 G guiada con estereotaxia, el 90% de las pacientes se estadificaron con resonancia magnética (RM) de mama.

El desarrollo de la técnica requirió la intervención de varios servicios hospitalarios, por orden de intervención: Radiología, Medicina Nuclear, Cirugía y Anatomía Patológica. Todos los casos se comentaron previamente en el Comité de Patología Mamaria para planificar la localización de la LMNP más adecuada.

RADIOLOGÍA. La localización de las LMNP se realizó en este servicio el mismo día de la intervención o el anterior.

Los radiotrazadores se inyectaron preferiblemente por guía ecográfica, por tratarse de un procedimiento más rápido y, por tanto, más práctico para la organización del trabajo, y permitir controlar el procedimiento en tiempo real.

Los ecógrafos utilizados fueron ESAOTE Technos MPX® (sonda 7,5-10 Mhz), o SIEMENS Acuson S2000 Ultrasound System® (sonda 18 Mhz).

Material necesario:

- Anestesia local (lidocaína al 2%).
- Radiotrazador (fig. 1A): macroagregado de albúmina-99mTc (0,5-1- mCi) MACROTEC GE Healthcare® para ROLL y nanocoloide de albúmina-99mTc (2-3- mCi) NANOCOLL GE Healthcare® para SNOLL. Se diluyó en suero salino (volumen total 0,2-0,4ml).



Figura 1 Material necesario para realizar la técnica *radioguided occult lesion localization* (ROLL) y la técnica *sentinel node and occult lesion localization* (SNOLL). A) El radiotrazador se prepara en Medicina Nuclear y consiste en una dosis de 0,5-1 mCi de macroagregado de albúmina- ^{99m}Tc MACROTEC GE Healthcare® para la técnica ROLL y de 2-3 mCi de nanocoloide de albúmina- ^{99m}Tc NANOCOLL GE Healthcare® para la técnica SNOLL. B) Aguja espinal 22 G; se recomienda «centimetrada» si se va a utilizar guía mamográfica. C) Jeringa con rosca Luer-Lock para evitar el reflujo del radiofármaco. D) Contraste yodado isoosmolar mezclado con ROLL-SNOLL en la misma jeringa si se va a utilizar la guía mamográfica, para comprobar la localización definitiva del radiotrazador respecto a la lesión.

- Aguja espinal 22- G (fig. 1B).
- Jeringa con rosca Luer-Lock para evitar el reflujo durante la inyección (fig. 1C), con pequeña burbuja de aire para asegurar el paso del radiofármaco a través de la aguja.

Cuando interesaba localizar la LMNP exclusivamente, utilizábamos ROLL (macroagregados), dejándolo en el centro de las lesiones (fig. 2A).

Si el objetivo era localizar la lesión y el GC (SNOLL, nanocoloide), el radiotrazador se dejaba en la superficie de la lesión para favorecer la migración del mismo al GC (fig. 2B).

Se controlaba en tiempo real cómo se producía un cambio en la ecogenicidad en el extremo de la aguja mientras se inyectaba ROLL-SNOLL (fig. 2). A continuación, con la paciente en decúbito supino y con el brazo en abducción

de 90-110°, se dejaba una marca en la piel, localizándose la LMNP en profundidad respecto a la marca.

Los cirujanos conocían por los informes radiológicos la forma, el tamaño y la localización de la LMNP, y el punto donde se dejaba el radiotrazador respecto a la misma. Así calculaban las dimensiones de la pieza quirúrgica para incluir la lesión con márgenes suficientes.

Se realizó ROLL-SNOLL con guía mamográfica en LMNP o clips que las marcaban solo visibles con esta técnica radiológica, con un mamógrafo INSTRUMENTARIUM IMAGING ALPHA RT.

Para la inyección del radiotrazador se utilizó una aguja espinal 22 G «centimetrada» (fig. 1B), lo que nos permitía calcular la profundidad alcanzada con la mama comprimida, en proyección craneocaudal o lateral estricta. El radiotrazador se mezclaba con 0,2-0,4 ml de contraste yodado

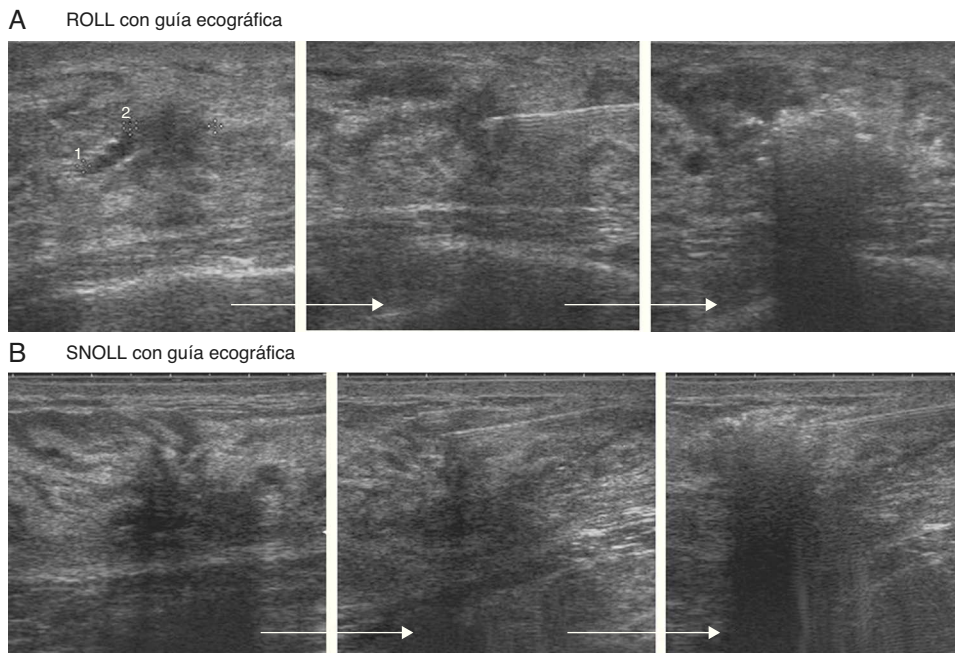


Figura 2 A) Cambio de ecogenidad en el interior de la lesión si se realiza ROLL con guía ecográfica, o bien B) en la superficie de la lesión si se realiza SNOLL.

isoosmolar (fig. 1D), con el fin de comprobar con mamografía la correcta localización del mismo. En pacientes alérgicas al contraste yodado se puede añadir una burbuja de aire para obtener esta comprobación, pero no fue necesario en ningún caso.

Se incidía sobre la lesión abordándola a través de un compresor fenestrado.

Antes de inyectar el radiotrazador con el contraste, se comprobó con 2 proyecciones mamográficas (craneocaudal y lateral estricta) la correcta localización del extremo de la aguja en la LMNP. Tras la inyección se repetían estas 2 proyecciones, confirmando que el radiotrazador y el contraste quedaban en el punto correcto (fig. 3).

MEDICINA NUCLEAR. A continuación se realizaba una gammagrafía para comprobar la actividad en la mama en ROLL y en mama y axila en SNOLL (fig. 4).

Si se había realizado ROLL, la gammagrafía se podía obtener inmediatamente. Si se había realizado SNOLL había que esperar al menos 2 h para que el nanocoloide migrara al GC; si transcurrido este tiempo no se detectaba actividad en el GC, se realizaba reinyección subdérmica de nanocoloide y se obtenía una nueva comprobación.

CIRUGÍA. La cirugía se realizó bajo anestesia general. Para la detección de las lesiones y el GC se disponía de una sonda detectora Navigator GPS (RMD Instruments Corp) (fig. 5A). Con esta sonda el cirujano proyectaba en la piel el punto de máxima actividad, decidiendo la incisión más adecuada y cosmética (fig. 5B, C). Durante la intervención, la sonda localizaba tridimensionalmente el punto de máxima actividad, ayudando así a establecer los márgenes de resección (fig. 5D).

El tamaño de la pieza quirúrgica para obtener márgenes suficientes dependía de la forma, el tamaño y la localización de la LMNP descritos en los informes radiológicos, y no de la actividad dispersa detectada por la sonda Navigator,

porque esta última varía en función de la dosis y el tiempo transcurrido desde el momento de la inyección del radiotrazador. Para localizar las LMNP en el quirófano, la referencia más importante para los cirujanos era el punto de máxima actividad en la mama, que se obtenía ajustando la sonda por el propio cirujano, coincidiendo este punto con la localización del extremo de la aguja espinal durante la inyección del

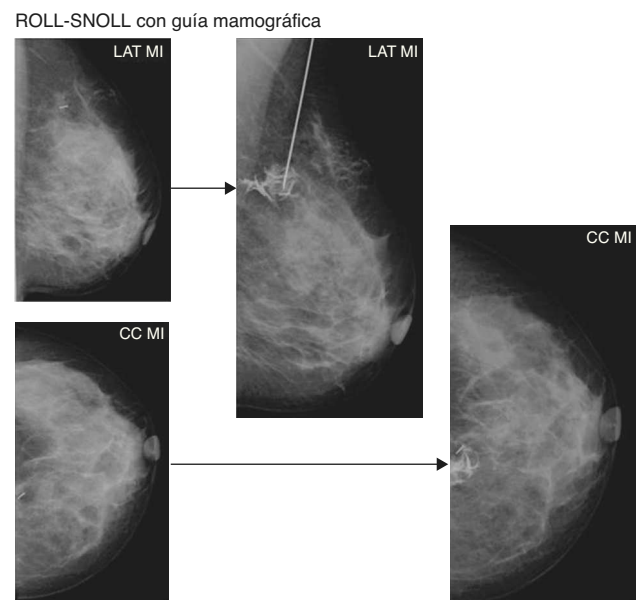


Figura 3 Comprobación con mamografía (proyección lateral estricta y craneocaudal) de la localización del radiotrazador con contraste yodado respecto a la lesión o clip metálico. CC MI: proyección craneocaudal mama izquierda; LAT MI: proyección lateral estricta mama izquierda.

Roll-Snoll. comprobación en medicina nuclear.

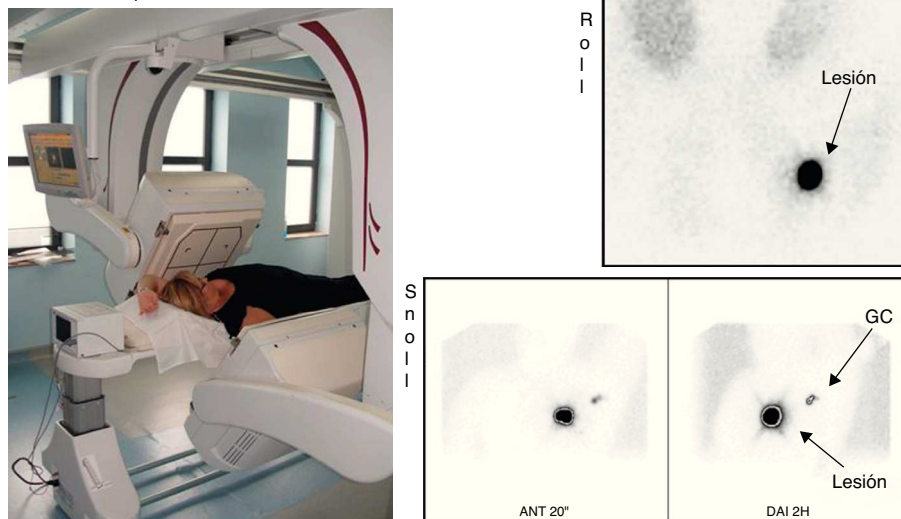


Figura 4 Gammagrafía obtenida en Medicina Nuclear para comprobar la correcta actividad de radiotrazador en la lesiones de mama no palpables y en el ganglio centinela.

radiotrazador. Dicha localización se planifica previamente entre cirujanos y radiólogos en los Comités de Patología de Mama, individualizando cada caso.

Tras la exéresis el cirujano comprobaba el punto de máxima actividad en la pieza quirúrgica (fig. 5E) y la ausencia de actividad en la mama (fig. 5F).

ANATOMÍA PATOLÓGICA. La pieza quirúrgica se remitía a Anatomía Patológica. En el caso de LMNP marcadas con clips metálicos o microcalcificaciones se realizaba previamente una comprobación mamográfica de la pieza.

En SNOLL el análisis anatomopatológico del GC era intraoperatorio, realizándose la linfadenectomía axilar en la

Roll-Snoll. cirugía radioguiada



Figura 5 A) Sonda detectora portátil. B) El cirujano proyecta en la piel de la mama y axila el punto de máxima actividad. C) Planifica la vía de abordaje para alcanzar la lesión de mama no palpable y el ganglio centinela con el mejor resultado estético. D) Con la sonda siempre tiene localizado el punto de máxima captación en la mama y en la axila. E) Una vez realizada la tumorectomía o cuadrantectomía y extirpación del ganglio centinela, el punto de máxima actividad se detecta en la pieza quirúrgica. F) Sin embargo, la actividad en la mama o en la axila es prácticamente nula.

Tabla 1 Resultados de la cirugía guiada con radiotrazadores de las lesiones de mama no palpables en 11 años

	Pacientes	Cirugía conservadora	Lesiones benignas	Guía ecográfica	Guía mamográfica
Total	881	655 (74%)	226 (26%)	826 (94%)	55 (4%)
ROLL	315 (35%)	112	203	277	38
ROLL SNOLL	566 (65%)	543	23	549	17

misma intervención si el resultado era positivo para malignidad.

Resultados

Durante un período de 11 años se localizaron prequirúrgicamente en nuestro hospital LMNP en 881 pacientes con ROLL-SNOLL (tabla 1).

El procedimiento fue bien tolerado por todas ellas y no se registró ninguna reacción alérgica.

De las 881 pacientes, 655 (74%) presentaban lesiones malignas, mientras que 226 (26%) presentaban lesiones benignas. El resultado anatomopatológico se resume en la tabla 2. El tamaño de las LMNP localizadas fue de 4 a 52 mm, siendo el tamaño tumoral medio de 13 mm.

En las pacientes con cáncer de mama la técnica más frecuentemente utilizada fue ROLL SNOLL (83%) porque el objetivo era no solo localizar la LMNP, sino también el GC.

A las pacientes con cáncer de mama y axila positiva para malignidad (17%) se les realizó quimioterapia neoadyuvante previamente al tratamiento quirúrgico. En estas pacientes se indicó resección de la lesión maligna localizada con ROLL y linfadenectomía axilar en la misma intervención.

Las lesiones benignas se localizaron en la mayoría de los casos con ROLL (90%), pues estaba indicada la tumorectomía. En las pacientes con sospecha radiológica de lesión probablemente maligna o lesión maligna sin confirmación histológica tras biopsia percutánea, se realizó SNOLL con resultado de benignidad en 10% de los casos. Desde la utilización de agujas de mayor calibre (hasta 9G) no hemos registrado ningún caso de SNOLL con resultado definitivo de benignidad.

Independientemente de ROLL-SNOLL, se utilizó guía ecográfica en la mayoría de las pacientes (94%).

Tabla 2 Resultado anatomopatológico definitivo de las lesiones de mama no palpables localizadas con radiotrazadores

<i>Lesiones benignas (226)</i>	
Mastopatía fibroquística	94 (42%)
Fibroadenoma	75 (33%)
Papiloma	25 (11%)
Cicatriz radial	16 (7%)
Otros	16 (7%)
<i>Lesiones malignas (655)</i>	
Carcinoma ductal infiltrante	458 (70%)
Carcinoma ductal in situ	118 (18%)
Carcinoma lobulillar infiltrante	33 (5%)
Mixtos	13 (2%)
Otros	33 (5%)

Se localizaron 2 o más lesiones en la misma intervención en el 9% de las pacientes. En lesiones malignas de gran tamaño también podíamos localizar los extremos medial y/o lateral o bien superior y/o inferior con ROLL múltiples, previo consenso con el cirujano.

La tasa de detección de las LMNP fue del 99,4%, registrándose con guía ecográfica 3 fallos en 822 pacientes (0,36%) y con guía mamográfica 3 fallos en 55 pacientes (5,45%). En estos casos se indicó una segunda intervención, localizándose de nuevo las lesiones con ROLL-SNOLL.

La localización y biopsia del GC ha sido posible en el 99% de las pacientes.

Nuestras reintervenciones por márgenes insuficientes con ROLL-SNOLL las dividimos en 2 períodos:

- Desde 2001 hasta 2004 fue necesaria la reintervención en el 14% de las pacientes (margen insuficiente ≤ 5 mm).
- A partir de 2004 margen insuficiente ≤ 1 mm, disminuyendo el porcentaje de reintervenciones a 7,4% en el año 2011.

Discusión

El éxito de la cirugía conservadora en el tratamiento del cáncer de mama no solo depende de una selección adecuada de las pacientes, sino también de la combinación de unos márgenes quirúrgicos adecuados con un resultado estético aceptable. El logro de márgenes quirúrgicos negativos influye en la incidencia de recidiva local de la enfermedad e, indirectamente, en la supervivencia global de estas pacientes¹. Por todo ello, la correcta localización prequirúrgica de las LMNP es imprescindible para conseguir una exéresis radical de la lesión con tratamiento quirúrgico conservador y con resultado estético óptimo^{1,7}.

Existen varias técnicas para localizar LMNP: colocación de un arpón, inyección de radiofármacos (ROLL-SNOLL), ecografía intraoperatoria, etc. La más frecuentemente utilizada es la colocación de un arpón dirigida con mamografía o ecografía. Esta técnica permite en la actualidad la extirpación de las LMNP en la mayoría de los hospitales porque presenta mayor disponibilidad y fácil aprendizaje. En la bibliografía se describen las siguientes limitaciones con el uso de arpones: mayor manipulación sobre las mujeres; el arpón se puede movilizar con facilidad durante la intervención, perdiendo así la referencia respecto a la lesión; puede artefactar las lesiones cuando las atraviesa, dificultando el estudio anatomopatológico; y se describen tasas importantes de reintervenciones por márgenes quirúrgicos insuficientes (hasta un 50%)⁸⁻¹³. En nuestra experiencia de cirugía guiada con arpón (hasta 2001), la tasa de reintervenciones por margen quirúrgico insuficiente fue del 38%, considerándose entonces *margen afecto* la distancia de la

lesión al borde de la pieza ≤ 5 mm y teniendo en cuenta que en ese período no se estadificaba el cáncer de mama con RM^{4,5}.

La localización intraoperatoria guiada con ecografía¹⁴ tiene el inconveniente de requerir la presencia en quirófano de un cirujano experto en ecografía o de un radiólogo. En nuestro hospital no hemos recurrido a esta técnica de localización prequirúrgica.

La cirugía guiada con ROLL fue desarrollada en el Instituto Europeo de Oncología de Milán y descrita en 1998 por Luini et al.¹⁵. Consiste en la inyección intralesional o perilesional de un radiotrazador con guía ecográfica o mamográfica^{13,15-17}. Por otro lado, está demostrado que la localización y biopsia del GC es una alternativa correcta a la linfadenectomía axilar, por lo que, aplicando la técnica SNOLL, no solo localizamos la LMNP, sino también el GC con una única inyección de radiotrazador^{18,19}.

La principal ventaja de la técnica ROLL-SNOLL es que permite al cirujano controlar en todo momento dónde se localiza la LMNP, así como el GC, consiguiendo extirpar menos tejido sano y con márgenes suficientes. Con ello, disminuye el número de reintervenciones por bordes afectos^{1,16}.

En nuestra serie, la tasa de detección de LMNP con ROLL-SNOLL fue del 99,4%. La localización de LMNP con ROLL ecodirigido ha sido del 99,7%, mientras que con mamografía ha sido del 94,5%. Interpretamos que el mayor número de fallos con mamografía se debe a que se han localizado LMNP más pequeñas (≤ 5 mm) y la inyección no se ha controlado en tiempo real. La técnica se ha aplicado igualmente en el caso de LMNP extensas o multifocales y/o multicéntricas (9% de los casos), donde puede ser necesaria más de una inyección de radiotrazador, así como en LMNP intraductales o intraquísticas o lesiones marcadas con clips metálicos. Con la aplicación de esta técnica en el tratamiento quirúrgico conservador del cáncer de mama se ha conseguido disminuir el número de reintervenciones por bordes afectos (7,4% en el año 2011). Cabe destacar que la aplicación de la técnica ROLL en nuestro hospital coincidió con la incorporación de la RM para estadificar el cáncer de mama^{4,5}.

Sin embargo, en la literatura se describen factores que pueden condicionar fallos en la técnica, como son la falta de experiencia del cirujano o del radiólogo, LMNP de tamaño ≤ 5 mm de diámetro y lesiones localizadas en el cuadrante central de la mama²⁰. Además, se describe la posibilidad de contaminación del trayecto de la aguja (19% de casos), aunque esto no es problema si se ajusta la sonda detectora para localizar el punto de máxima actividad; en el caso de contaminación cutánea (0,6%), se soluciona lavando la piel²¹.

También se describe como limitación el hecho de que el radiotrazador es transparente en la mamografía, pero se resuelve mezclándolo con una pequeña cantidad de contraste yodado²². Por otra parte, en LMNP intraductales²³ se debe dejar el radiotrazador adyacente al ducto para evitar su dispersión por los conductos galactóforos.

Existe discrepancia entre la inyección perilesional o intralesional del radiotrazador. En el Instituto Europeo de Oncología de Milán²⁴ dejan macroagregados intralesionales para marcar la LMNP y nanocoloide subdérmico para localizar el GC. En nuestro hospital, dejamos macroagregados intralesionales para tumorectomía, y nanocoloide sobre la

lesión maligna para su exéresis radical y cirugía del GC con una única punción.

En otros grupos de trabajo no se han encontrado diferencias significativas entre el uso de radiotrazadores vs. arpón, con tasas de reintervención por bordes afectos de 12% con radiotrazadores y 10% con arpón^{25,26}, en 162 y 152 pacientes, respectivamente. Como explican en su trabajo, tenían una amplia experiencia con el uso de arpones frente al de radiotrazadores. En nuestras primeras 118 pacientes localizadas con radiofármacos, el número de reintervenciones por bordes afectos también fue del 12,7%¹³, pero con la habilidad adquirida hemos conseguido bajar este porcentaje al 7,4% en el año 2011.

En nuestra experiencia, la cirugía guiada con radiotrazadores de las LMNP es una técnica sencilla y rápida, bien tolerada por las pacientes, cuyo requisito indispensable es disponer de un servicio de Medicina Nuclear en el propio hospital o en un hospital de referencia cercano, así como del trabajo en equipo de todo el personal implicado. En nuestro hospital, con una correcta estadificación de la enfermedad, incluyendo el estudio con RM de mama, y la técnica ROLL-SNOLL se ha disminuido significativamente el número de reintervenciones por bordes afectos en la cirugía conservadora y se ha conseguido localizar la LMNP y el GC con una única inyección de radiofármaco.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Autoría

1. Verónica Ricart Selma: concepción y diseño del trabajo, obtención de datos, búsqueda bibliográfica, redacción y revisión.
2. Pedro Juan González Noguera: concepción y diseño del trabajo, búsqueda bibliográfica, redacción y revisión.
3. Carmen Martínez Rubio: concepción y diseño, redacción y revisión del trabajo.
4. Julia Camps Herrero: concepción y diseño, redacción y revisión del trabajo.
5. Miquel Forment Navarro: diseño, redacción y revisión del trabajo.
6. Julia Cano Gimeno: diseño, redacción y revisión del trabajo.
7. Juan Blas Ballester Sapiña: diseño, redacción y revisión del trabajo.
8. Ana Tembl Ferrairo: diseño, obtención de datos, redacción y revisión del trabajo.
9. Todos los autores han dado su aprobación final al manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Almudena Vera González la revisión del manuscrito, a D. Juan María de la Cámara de las Heras, nuestro bibliotecario, por completar la bibliografía, y a D. Javier Company Company por su apoyo incondicional y su colaboración en la realización y envío del trabajo.

Bibliografía

- Rubio IT, Marco V. La importancia de los márgenes quirúrgicos en la cirugía conservadora en el cáncer de mama. *Cir Esp*. 2006;79:3-9.
- Álvarez Benito M, García Ortega MJ, Cara García M, Raya Povedano JL, Santos Romero AI. Organización de una Unidad de Radiología de Mama. *Radiología*. 2010;52 Supl 1:36-40.
- Houssami N, Skaane P. Overview of the evidence on digital breast tomosynthesis in breast cancer detection. *Breast*. 2013;22:101-8.
- Camps J, Sentis M, Ricart V, Martínez-Rubio C, Lloret MT, Torregrosa A, et al. Utilidad de la resonancia magnética en la evaluación local del cáncer de mama: impacto en el cambio de actitud terapéutica en una serie prospectiva de 338 pacientes. *Rev Senol Patol Mamar*. 2007;20:53-66.
- Camps Herrero J. Resonancia magnética de mama: estado actual y aplicación clínica. *Radiología*. 2011;53:27-38.
- Donker M, Straver ME, Rutgers EJ, Valdés Olmos RA, Loo CE, Sonke GS, et al. Radioguided occult lesion localisation (ROLL) in breast-conserving surgery after neoadjuvant chemotherapy. *Eur J Surg Oncol*. 2012;38:1218-24.
- Regueira FM, Rodríguez-Spiteri N, García Manero M, Zornoza G. Novedades en el tratamiento quirúrgico del cáncer de mama. *Rev Med Univ Navarra*. 2008;52:51-5.
- Medina-Franco H, Abarca-Pérez L, García-Alvarez MN, Ulloa-Gómez JL, Romero-Trejo C, Sepúlveda-Méndez J. Radioguided occult lesion localization (ROLL) versus wire-guided lumpectomy for non-palpable breast lesions: A randomized prospective evaluation. *J Surg Oncol*. 2008;97:108-11.
- Mariscal Martínez A, Solà M, de Tudela AP, Julián JF, Fraile M, Vizcaya S, et al. Radioguided localization of nonpalpable breast cancer lesions: Randomized comparison with wire localization in patients undergoing conservative surgery and sentinel node biopsy. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;193:1001-9.
- Rovera F, Frattini F, Marelli M, Corben AD, Vanoli C, Dionigi G, et al. Radio-guided occult lesion localization versus wire-guided localization in non-palpable breast lesions. *Int J Surg*. 2008;6 Supl 1:S101-3.
- Sarlos D, Frey LD, Haueisen H, Landmann G, Kots LA, Schaer G. Radioguided occult lesion localization (ROLL) for treatment and diagnosis of malignant and premalignant breast lesions combined with sentinel node biopsy: A prospective clinical trial with 100 patients. *Eur J Surg Oncol*. 2009;35:403-8.
- Van Esser S, Hobbelink MG, Peeters PH, Buskens E, van der Ploeg IM, Mali WP, et al. The efficacy of 'radio guided occult lesion localization' (ROLL) versus 'wire-guided localization' (WGL) in breast conserving surgery for non-palpable breast cancer: A randomized clinical trial - ROLL study. *BMC Surg*. 2008;8:9.
- Ricart Selma V, González Noguera PJ, Camps Herrero J, Martínez Rubio C, Lloret Martí MT, Torregrosa Andrés A. Localización ecodirigida del cáncer de mama no palpable y del ganglio centinela con ^{99m}Tc-tecnecio-coloide de albúmina. *Radiología*. 2007;49:329-34.
- Rubio IT, Henry-Tillman R, Klimberg VS. Surgical use of breast ultrasound. *Surg Clin North Am*. 2003;83:771-88.
- Luini A, Zurrida S, Galimberti V, Paganelli G. Radioguided surgery of occult breast lesions. *Eur J Cancer*. 1998;34:204-5.
- Ballester Sapiña JB, González Noguera PJ, Castera March JA, Jiménez Sierra A, Camps Herrero J, Ricart Selma V, et al. Cirugía mamaria radioguiada. Evolución del uso de técnicas miniinvasivas y situación actual. *Cir Esp*. 2008;83:167-72.
- Van Esser S, Hobbelink M, van der Ploeg IM, Mali WP, van Diest PJ, Borel Rinkes IH, et al. Radio guided occult lesion localization (ROLL) for non-palpable invasive breast cancer. *J Surg Oncol*. 2008;98:526-9.
- Yen RF, Kuo WH, Lien HC, Chen TH, Jan IS, Wu YW, et al. Radio-guided sentinel lymph node biopsy using periareolar injection technique for patients with early breast cancer. *J Formos Med Assoc*. 2007;106:44-50.
- Monti S, Galimberti V, Trifiro G, de Cicco C, Peradze N, Brenelli F, et al. Occult breast lesion localization plus sentinel node biopsy (SNOLL): Experience with 959 patients at the European Institute of Oncology. *Ann Surg Oncol*. 2007;14:2928-31.
- Bernardi S, Bertozzi S, Londero AP, Gentile G, Giacomuzzi F, Carbone A. Incidence and risk factors of the intraoperative localization failure of nonpalpable breast lesions by radio-guided occult lesion localization: A retrospective analysis of 579 cases. *World J Surg*. 2012;36:1915-21.
- De Cicco C, Pizzamiglio M, Trifiro G, Luini A, Ferrari M, Prisco G, et al. Radioguided occult lesion localisation (ROLL) and surgical biopsy in breast cancer. *Q J Nucl Med*. 2002;46:145-51.
- Sajid MS, Parampalli U, Haider Z, Bonomi R. Comparison of radioguided occult lesion localization (ROLL) and wire localization for non-palpable breast cancers: A meta-analysis. *J Surg Oncol*. 2012;105:852-8.
- Rampaul RS, MacMillan RD, Evans AJ. Intraductal injection of the breast: A potential pitfall of radioisotope occult lesion localization. *Br J Radiol*. 2003;76:425-6.
- De Cicco C, Trifiro G, Intra M, Marotta G, Ciprian A, Frasson A, et al. Optimised nuclear medicine method for tumor marking and sentinel node detection in occult primary breast lesions. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2004;31:349-54.
- Postma EL, Verkooijen HM, van Esser S, Hobbelink MG, van der Schelling GP, Koelemij R, et al. Efficacy of 'radioguided occult lesion localisation' (ROLL) versus 'wire-guided localisation' (WGL) in breast conserving surgery for non-palpable breast cancer: A randomised controlled multicentre trial. *Breast Cancer Res Treat*. 2012;136:469-78.
- Postma EL, Koffijberg H, Verkooijen HM, Witkamp AJ, van den Bosch MA, van Hillegersberg R. Cost-effectiveness of radio-guided occult lesion localization (ROLL) versus wire-guided localization (WGL) in breast conserving surgery for nonpalpable breast cancer: Results from a randomized controlled multicenter trial. *Ann Surg Oncol*. 2013;20:2219-26.