



Revista de Senología y Patología Mamaria

www.elsevier.es/senologia



ORIGINAL

Biopsia de microcalcificaciones de mama bajo guía estereotáctica. Factores que influyen en los resultados



CrossMark

Lilian Casas^{a,*}, Belén Úbeda^a, Juan Browne^a, Ignacio Rodríguez^b,
Francesc Tresserra^c y Beatriz Navarro^a

^a Departamento de Obstetricia, Ginecología y Reproducción, Diagnóstico Ginecológico por la Imagen, Instituto Universitario Dexeus, Barcelona, España

^b Unidad de Estadística y Epidemiología, Departamento de Obstetricia, Ginecología y Reproducción, Instituto Universitario Dexeus, Barcelona, España

^c Servicio de Anatomía Patológica, Instituto Universitario Dexeus, Barcelona, España

Recibido el 27 de agosto de 2015; aceptado el 22 de marzo de 2016

Disponible en Internet el 4 de mayo de 2016

PALABRAS CLAVE

Biopsia guiada
por estereotaxia;
Sistema de vacío;
Microcalcificaciones

Resumen

Objetivo: Valorar la eficacia diagnóstica de la biopsia de microcalcificaciones bajo guía estereotáctica con dispositivo de vacío, relacionándose con la presencia o no de microcalcificaciones en los cilindros, el tamaño de la lesión y el número de cilindros extraídos.

Material y métodos: Se revisaron retrospectivamente 173 biopsias en mesa prona guiadas por estereotaxia con aguja de vacío 9G, de enero de 2008 a julio de 2012, con correlación histológica de las cirugías o seguimiento con mamografía. Se calcularon los falsos negativos, las infravaloraciones y la sensibilidad. Los resultados se relacionaron con el número de cilindros obtenidos, la presencia de microcalcificaciones y el tamaño de la lesión.

Resultados: Se realizaron 173 biopsias en 169 pacientes, excluyéndose 7 biopsias por carecer de seguimiento o de diagnóstico histológico definitivo; finalmente se evaluaron 166 biopsias. Se intervinieron 104 casos (40 benignas, una de alto riesgo, 63 malignas) y se hizo seguimiento mamográfico en 62. En 140 casos (84,3%) se obtuvieron microcalcificaciones, en 14 (8,4%) estaban ausentes y en 12 (7,2%) se hallaron en escaso número (< 3). Hubo 7 falsos negativos (8,6%), en 5 de los cuales no se obtuvieron microcalcificaciones, con un diámetro de las lesiones de 5-13 mm, extrayéndose entre 7-24 cilindros, y 13 infravaloraciones (7,8%), con un diámetro de 5-25 mm, obteniéndose 7-20 cilindros. La sensibilidad del método fue de un 91,4%. La presencia o ausencia de microcalcificaciones y el número de cilindros fueron estadísticamente significativos en relación con los falsos negativos.

Conclusión: En la biopsia de microcalcificaciones bajo guía estereotáctica con aguja de vacío es esencial obtener microcalcificaciones en los cilindros. Su ausencia aumenta la tasa de falsos negativos de forma significativa.

© 2016 SESPM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: lilcas@dexeus.com, liliancasas4@gmail.com (L. Casas).

KEYWORDS

Stereotactic-guided biopsy;
Vacuum system;
Microcalcifications

Stereotactically-guided biopsy of breast microcalcifications. Factors influencing the results

Abstract

Objective: To assess the diagnostic accuracy of vacuum-assisted stereotactically-guided biopsy of breast microcalcifications related to the presence and number of microcalcifications in the specimens, lesion size, and the number of specimens obtained.

Material and methods: We retrospectively reviewed the results of 173 biopsies of microcalcifications obtained from January 2008 to July 2012 under stereotactic guidance with a vacuum-assisted biopsy system with a 9-gauge probe. We correlated the results with surgery or long-term mammographic follow-up. The false negative rate, underestimation rate and sensitivity were calculated. We correlated these findings with the number of specimens obtained, the presence of microcalcifications and lesion size.

Results: There were 173 biopsies of microcalcifications in 169 patients. Seven biopsies were excluded due to the lack of long-term follow-up or final histologic diagnosis. A total of 104 patients underwent surgery (the results showed benign lesions in 40 patients, a high-risk lesion in one patient and malignancy in 63 patients). Microcalcifications were obtained in 140 specimens (84.3%), were absent in 14 (8.4%) and were scarce (< 3) in 12 specimens (7.2%). There were 7 false negative results (8.6%), of which 5 biopsy specimens showed no microcalcifications. The average lesion diameter was 5-13 mm and 7-24 specimens were obtained. In 13 there was underestimation (7.8%), lesion diameter was 5-25 mm and 7-20 specimens were retrieved. Sensitivity was 91.4%. The presence of microcalcifications in the specimens and their number were statistically significant factors influencing the results.

Conclusion: An adequate number of microcalcifications in the specimens from stereotactic vacuum-assisted biopsy is paramount. The absence of microcalcifications will significantly increase the rate of false negatives.

© 2016 SESPM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La generalización del uso de la mamografía como resultado de los programas de cribado poblacionales ha llevado a la detección de lesiones subclínicas, incluyendo las microcalcificaciones. Las técnicas de biopsia percutáneas constituyen una alternativa fiable a la biopsia quirúrgica y su difusión ha cambiado el manejo de la enfermedad mamaria. Las ventajas de la biopsia asistida por vacío (BAV) respecto a la biopsia quirúrgica incluyen una recuperación rápida de la paciente, la ausencia de cicatriz y menores costes¹. La BAV de microcalcificaciones bajo guía estereotáxica en mesa prona es una alternativa a la biopsia quirúrgica; del 50 al 70% de los casos corresponden a lesiones benignas, evitando así la cirugía²⁻⁵. En las lesiones malignas, permite la planificación del tratamiento quirúrgico en una sola intervención, en comparación a cuando el diagnóstico se hace en la cirugía.

El éxito del programa de biopsias percutáneas dependerá tanto de la realización de la técnica como de un adecuado manejo posterior. Es indispensable radiografiar los cilindros a fin de identificar la presencia de microcalcificaciones y asegurar la eficacia de la biopsia⁵⁻⁸.

El propósito de este estudio es evaluar la eficacia diagnóstica de la biopsia estereotáxica de microcalcificaciones en función de la presencia o ausencia de microcalcificaciones en los cilindros obtenidos, el tamaño de la lesión y el número de cilindros extraídos.

Material y métodos

Se han seguido los protocolos establecidos en nuestro centro para acceder a las historias clínicas a fin de obtener datos para su publicación.

Pacientes

Se revisaron retrospectivamente los resultados de 173 biopsias de microcalcificaciones de 169 pacientes consecutivas en nuestra institución entre enero de 2008 y julio de 2012, guiadas por estereotaxia, con dispositivo de vacío y aguja calibre 9 G. Se excluyeron 7 casos de lesiones benignas sin controles posteriores a la biopsia y cuyas cirugías fueron realizadas fuera de nuestro centro y de las que carecemos de la Anatomía Patológica; el estudio se basa en la revisión de 166 biopsias de 162 pacientes consecutivas.

Técnica de biopsia

Las pacientes firmaron previamente el consentimiento informado y se les practicaron pruebas de coagulación. Se biopsiaron microcalcificaciones observadas en la mamografía no asociadas a nódulos o distorsiones de categoría Breast Imaging Reporting and Data System⁹ (BI-RADS) 4-5 y BI-RADS 3 en caso de pacientes de alto riesgo (AR) por dificultades en el control o por preferencia de la paciente y/o del

cirujano. Se realizaron en mesa prona MultiCare Platinum (Lorad, Hologic, Danbury, CT, EE. UU.). Se utilizó un dispositivo de BAV con aguja de calibre 9 G, cámara de aspiración y desplazamiento de 20 mm (Suros-ATEC, Hologic Inc., Indianapolis, IN, EE. UU.).

Se realizó radiografía de los especímenes para comprobar la presencia de microcalcificaciones. En caso de extracción completa de la lesión se colocó clip de titanio en el lecho de la biopsia.

Análisis histológico

Las muestras fueron fijadas en solución de formol al 10%, fueron deshidratadas e incluidas en parafina. Las secciones obtenidas de los bloques de parafina se tiñeron con hematoxilina-eosina, siguiendo las técnicas estandarizadas. En los casos donde en los cilindros radiografiados se encontraban microcalcificaciones y no se observaban en el microscopio de luz se utilizó un microscopio con luz polarizada.

Los resultados de Anatomía Patológica (AP) se clasificaron como malignos, de AR y benignos. Las lesiones malignas incluyeron carcinoma ductal infiltrante (CDI) y carcinoma ductal in situ (CDIS). Se consideraron lesiones de AR la hiperplasia ductal atípica.

Manejo posbiopsia

Todas las lesiones con resultado de malignidad y AR fueron intervenidas, así como los casos en que no se obtuvieron microcalcificaciones en los cilindros.

Se correlacionaron los hallazgos radiológicos con la AP; en los casos discordantes se realizó cirugía. Las lesiones benignas concordantes con presencia de microcalcificaciones en los cilindros se controlaron con mamografía a los 6, 12 y 24 meses.

Análisis estadístico

A partir de los informes médicos de las pacientes sometidas a BAV por microcalcificaciones con guía estereotáxica, se realizó una recopilación retrospectiva de los siguientes datos: BI-RADS, tamaño de la lesión, número de cilindros extraídos y presencia o no de microcalcificaciones en los cilindros. Se calculó la tasa de falsos negativos (FN), las infravaloraciones (IV) y la sensibilidad en relación con las características evaluadas. Se compararon los diagnósticos de la BAV con los diagnósticos quirúrgicos para establecer los FN y las IV. Se consideraron FN los casos con resultado benigno de la BAV y cuya AP definitiva demostró malignidad o lesión de AR, e IV aquellos casos de AR en la BAV y malignidad en la biopsia quirúrgica o CDIS en la BAV y CDI en la AP definitiva. Las lesiones de AR con resultado maligno se consideraron verdaderos positivos, clasificándose como IV. La eficacia de la biopsia está calculada por el número de estas y no por el número de pacientes.

La asociación entre la distribución de los FN y las IV con los distintos factores fue evaluada mediante la prueba de Ji-cuadrado de Pearson.

Para comparar las medias se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon Mann-Whitney para muestras independientes.

Resultados

Se realizaron 166 BAV en 162 pacientes con una edad promedio de 51 años (rango 38-82). Ciento cuarenta y un casos (85%) se clasificaron como BI-RADS 4, 6 (3,6%) lo hicieron como BI-RADS 5 y 19 (11,4%) como BI-RADS 3. El tamaño medio de la lesión estimado por mamografía fue de 14,5 mm (rango 6-45). Se extrajeron un promedio de 11 cilindros (rango de 4-32).

La radiografía de los especímenes mostró microcalcificaciones en 140 casos (84,3%), ausencia de ellas en 14 (8,4%), y escaso número (≤ 3) en 12 casos (7,2%).

El resultado de la BAV fue benigno en 93 (56%) casos, de AR en 19 (11,5%) y malignas en 54 (32,5%). Se intervinieron 104 (62,65%) lesiones en 101 pacientes; los resultados se muestran en la [tabla 1](#). En los 62 (37,4%) casos concordantes restantes se realizó seguimiento con mamografía (media 30 meses, rango 6-72 meses), sin detectarse lesiones malignas (FN).

En la [tabla 2](#) se observa la correlación de los resultados de la BAV y la cirugía, mostrando los FN e IV. Se encontraron 7 FN (8,6%), 7/166 (4,2%), y 13 IV, 13/166 (7,8%). La sensibilidad fue del 91,4%. Todos los FN fueron intervenidos, 5 de ellos por no observarse microcalcificaciones y 2 por ser estas escasas. En la [tabla 3](#) se muestra en los casos FN el resultado de la cirugía, así como la relación con la presencia de microcalcificaciones, el número de cilindros y el diámetro de las lesiones.

La [tabla 4](#) muestra los verdaderos positivos, los verdaderos negativos, los FN y las IV, su relación con la presencia de microcalcificaciones en los cilindros, el número de cilindros

Tabla 1 Resultados anatomopatológicos tras la cirugía

Benignas	40	38,4%
HDA	1	0,9%
Carcinoma ductal in situ	39	37,5%
Carcinoma ductal infiltrante	24	23,1%
Total	104/166	62,6%

HDA: hiperplasia ductal atípica

Tabla 2 Correlación de los resultados de la biopsia asistida por vacío y la cirugía

BAV	Cirugía				Total
	Benigno	CDIS	CDI	HDA	
Benigno	24	4	2	1	31
Alto riesgo	11	3	2	3	19
CDIS	2	30	8	0	40
CDI	0	2	12	0	14
Total	37	39	24	4	104

BAV: biopsia asistida por vacío; CDI: carcinoma ductal infiltrante; CDIS: carcinoma ductal in situ; HDA: hiperplasia ductal atípica. Los falsos negativos y las infravaloraciones se destacan en negrita.

Tabla 3 Falsos negativos. Resultados de Anatomía Patológica, relación con la presencia de microcalcificaciones, número de cilindros y diámetro de la lesión

Cirugía. AP	Microcalcificaciones	Cilindros, n	Diámetro, mm
CDIS	Ausentes	7	13
CDIS	Ausentes	24	5
CDI	Ausentes	18	9
CDI	Ausentes	20	10
CDIS	Escasas	9	8
CDIS	Escasas	20	10
HDA	Ausentes	12	5

AP: Anatomía Patológica; CDI: carcinoma ductal infiltrante; CDIS: carcinoma ductal in situ; HDA: hiperplasia ductal atípica.
HDA

y el tamaño de la lesión. El promedio de cilindros extraídos fue de 11 en los casos concordantes (rango 4-32), de 16 en los casos de FN (rango 7-24) y de 12 en las IV (rango 5-24). Se demostró una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,034$) entre el número de cilindros y el resultado de la BAV; en 5 de los 7 casos de FN se extrajeron 20 o más cilindros, un mayor número de lo habitual, sin observarse microcalcificaciones. Las microcalcificaciones biopsiadas no se asociaron con nódulos ni distorsiones. La extensión que ocupaban fue de 5 a 45 mm (promedio 14,5 mm). Las microcalcificaciones estuvieron presentes en 140 casos, ausentes en 14 y fueron escasas en 12. En nuestra casuística se determinó estadísticamente que el tamaño de las lesiones no influyó en el resultado de la BAV con respecto a la presencia o no de microcalcificaciones en los cilindros.

La ausencia de microcalcificaciones o su escaso número se encontró estadísticamente significativo ($p < 0,001$),

observándose un mayor porcentaje de FN en estos 2 grupos (16,7% si las microcalcificaciones son escasas y 35,7% si están ausentes).

Discusión

La biopsia estereotáxica ha sido aceptada ampliamente como alternativa a la biopsia quirúrgica en caso de microcalcificaciones y otras lesiones no palpables no observadas en ecografía, por tratarse de un procedimiento menos invasivo y de menor coste^{6,10,11}. En un metaanálisis realizado en 2002 se describe una sensibilidad del 97%; otros estudios indican sensibilidades entre el 90 y el 99%^{10,12-14}. En nuestro caso la sensibilidad fue del 91,4%; se ha descrito una exactitud diagnóstica inferior en el caso de microcalcificaciones que en masas o distorsiones^{10,15-17}. En cuanto a la biopsia de microcalcificaciones, el sistema de biopsia ha demostrado ser el factor más determinante en la calidad de la muestra, más que el número de cilindros extraídos. La BAV es superior a la biopsia con aguja gruesa, permitiendo la obtención de una mayor cantidad de muestra y una mayor tasa de extracción de microcalcificaciones, disminuyendo las IV y los FN.

Se considera que 12 cilindros es un número estándar de muestras para agujas de calibre 9-11 G; comprobar la posición de la aguja de biopsia en relación con la lesión en el par de proyecciones de estereotaxia antes de la extracción de los cilindros es más importante que extraer de un gran número de ellos. En las biopsias percutáneas con resultado de CDIS se han encontrado IV de CDI de entre 7-11%⁶⁻¹⁸ y hasta un 19% de las diagnosticadas como hiperplasia ductal atípica¹⁹; cuando se extraen menos de 10 cilindros aumenta el porcentaje de IV⁶. En el CDI es más frecuente encontrar microcalcificaciones en el componente de CDIS del tumor, y en las lesiones pequeñas (< 10 mm) el porcentaje de IV será menor que si la lesión es de mayor tamaño, porque solo se biopsia la zona de microcalcificaciones⁶.

Cuando se obtienen más de 24 cilindros generalmente se debe a un fallo en la obtención de microcalcificaciones; a pesar de extraer un gran número de cilindros con frecuencia no se obtienen microcalcificaciones. En nuestro caso extrajimos entre 5 y 25 cilindros, con una media de 15,9 cilindros, demostrándose una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,034$) entre el número de cilindros y el resultado de la BAV; en 3 de los 7 FN se extrajeron 20 cilindros o más debido a no haberse observado microcalcificaciones.

Tabla 4 Verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos negativos e infravaloraciones en relación con microcalcificaciones en los cilindros, número de estos y tamaño de la lesión

	VP + VN	FN	IV	Total
Calcificaciones				
Presentes	128	0	12 (8,6%)	140
Escasas	10	2 (16,7%)	0	12
Ausentes	9	5 (35,7%)	1 (8,3%)	14
$p < 0,001$				
Número de cilindros				
< 5	1	0	0	1
5-9	44	2 (4%)	4 (8%)	50
10-14	73	1 (1,3%)	6 (7,5%)	80
15-19	19	1 (5%)	0	20
> 20	9	3 (20%)	3 (20%)	15
$p = 0,034$				
Tamaño, mm				
< 10	63	6 (7,8%)	8 (10,4%)	77
11-14	13	1 (7,1%)	0	14
15-19	17	0	1 (5,6%)	18
> 20	53	0	4 (7%)	57
$p = 0,217$				

IV: infravaloraciones; FN: falsos negativos; VN: verdaderos negativos; VP: verdaderos positivos.

En nuestra casuística se determinó que el tamaño de las lesiones no influyó de forma estadísticamente significativa en el resultado de la BAV con respecto a la presencia o no de microcalcificaciones en los cilindros. Reynolds et al.²⁰ no mencionan restricciones en cuanto al tamaño de las lesiones si se realiza la biopsia con dispositivo de aspiración con aguja 11 G.

Los cilindros obtenidos deben ser radiografiados a fin de determinar la presencia de microcalcificaciones^{2,5,6}. Esta técnica fue introducida por Meyer et al.²¹ y Liberman et al.⁵. La presencia de calcio en los cilindros no garantiza que se observe en la histología, debido a la pérdida durante la preparación del tejido o por sección incompleta del bloque de parafina⁵. No obstante, la identificación histológica y no radiológica de microcalcificaciones en los cilindros no es un indicador fiable de la biopsia de la lesión observada en la mamografía. Stomper et al.²² encontraron microcalcificaciones en un 41% de los casos (11 de 27) en nódulos malignos en los que no se observaron estas en la mamografía o en la radiología de la pieza quirúrgica. Dahlstrom et al.²³ encontraron microcalcificaciones histológicas en un 13% de las biopsias (11 de 33) con aguja 14 G, mientras que no se observaron en la radiología de los especímenes. Ellos encontraron que microcalcificaciones inferiores a 100 μ m se identifican solamente en la histología. Se debe radiografiar la lesión tras la obtención de las microcalcificaciones; si se han extraído en su totalidad, se colocará un clip de titanio para su posterior localización en caso de requerir cirugía o para facilitar su seguimiento.

En una revisión de la literatura de 11 trabajos entre 1997 y 2004 se describe el fallo en la obtención de microcalcificaciones con aguja de vacío 11 G del 0 al 5% (54 de 4.781 biopsias)^{2,24}. Nosotros no obtuvimos microcalcificaciones en 14 casos (8,4%) y consideramos que estas eran escasas (3 o menos) en 12 casos (7,2%).

Si la muestra no es adecuada (ausencia o número escaso de microcalcificaciones) o existe discordancia radiopatológica, el procedimiento debe ser repetido o realizarse una biopsia quirúrgica. Meyer et al.²¹ consideran que la observación de una única microcalcificación no debe admitirse como adecuada para el diagnóstico.

El objetivo de realizar una biopsia percutánea es establecer un diagnóstico histológico preciso al extraer una muestra representativa de la lesión para evitar un resultado FN^{12,18-28}, tratando de disminuir las IV^{12,18-31}. Nosotros encontramos 13/166 (7,8%) IV; se encontraban presentes microcalcificaciones en 12 de ellas en número adecuado, las lesiones tenían un diámetro de 5 a 25 mm y se extrajeron de 6 a 24 cilindros. En nuestro estudio la tasa de IV no varió significativamente entre los 3 grupos.

La tasa de FN = 8,6% ocurrió en 7/166 (4,2%) casos, en 5 de ellos (una hiperplasia ductal atípica, 2 CDIS y 2 CDI) no se observaron microcalcificaciones en los cilindros. El diámetro de las lesiones era de 5 a 13 mm y se extrajeron de 7 a 24 cilindros; en 2 casos (CDIS) las microcalcificaciones eran escasas, el diámetro de las lesiones era de 8-10 mm y se extrajeron 9 y 20 cilindros.

El tamaño de la lesión no se correlacionó de forma estadísticamente significativa en relación con la tasa de FN o IV, no así el número de cilindros, donde sí hubo correlación, observándose que de los 7 FN en 3 se extrajeron más de 20 cilindros; debido a no observarse microcalcificaciones al

radiografiarlos, se extrajeron más muestras. La presencia o ausencia de calcificaciones en los cilindros constituyó un factor determinante en los resultados, correlacionándose de forma significativa con la tasa de FN, siendo de 35,7% cuando las microcalcificaciones estaban ausentes y de 16,7% cuando eran escasas.

A fin de disminuir los FN, los resultados deben ser evaluados por un comité multidisciplinario, relacionando los hallazgos de la mamografía y el resultado de AP, valorando su concordancia. Un resultado histológico benigno, cuando no hay microcalcificaciones en los cilindros, es discordante. En caso de un resultado benigno concordante, no es necesaria la cirugía y se realizarán controles a los 6, 12 y 24 meses; en caso de malignidad, AR o lesiones no concordantes, se indicará cirugía o rebiopsia^{1,11,32}.

Las complicaciones más frecuentes fueron la imposibilidad de realizar la biopsia por problemas técnicos; posteriores a la biopsia encontramos el dolor moderado, el hematoma o la infección. La biopsia por estereotaxia puede plantear dificultades técnicas. Lee et al.³³ recomiendan realizar biopsia quirúrgica en vez de biopsia por estereotaxia si la lesión está cerca de la piel, la pared torácica o el pezón, si las microcalcificaciones son poco densas y/o de difícil observación, si la imagen puede corresponder a cicatriz radial o en caso de mamas muy pequeñas.

En conclusión, en la biopsia de microcalcificaciones bajo guía estereotáxica con aguja de vacío es esencial obtener microcalcificaciones en los cilindros. Su ausencia aumenta la tasa de FN de forma significativa, no así el tamaño de la lesión. Un resultado histológico benigno, cuando no hay microcalcificaciones en los cilindros, se considera discordante y debe repetirse la biopsia estereotáxica o realizar una biopsia quirúrgica. Siempre se debe realizar una correlación radiopatológica estricta a fin de disminuir el número de FN.

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 han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

El trabajo ha sido realizado bajo los auspicios de la Càtedra d'Investigació en Obstetrícia i Ginecologia de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Bibliografía

- Ho CP, Gillis JE, Atkins KA, Harvey JA, Nicholson BT. Interactive case review of radiologic and pathologic findings from breast biopsy: Are they concordant? How do I manage the results? *Radiographics*. 2013;33:E149–52.
- Jackman RJ, Rodríguez Soto J. Breast microcalcifications: Retrieval failure at prone stereotactic core and vacuum breast biopsy. Frequency, causes and outcome. *Radiology*. 2006;239:61–70.
- Burbank F. Stereotactic breast biopsy: Its history, its present and its future. *Am J Surg*. 1966;62:128–50.
- Liberman L. Percutaneous image-guided core breast biopsy. *Radiol Clin North Am*. 2002;40:483–500.
- Liberman L, Evans WP, Dershaw DD, Hann LE, Deutch BM, Abramson AF, et al. Radiography of microcalcifications in stereotaxic mammary core biopsy specimens. *Radiology*. 1994;190:223–5.
- Margolin FR, Kaufman L, Jacobs RP, Denny SR, Schrupf JD. Stereotactic core breast biopsy of malignant calcifications: Diagnostic yield of cores with and cores without calcifications on specimen radiographs. *Radiology*. 2004;233:251–4.
- Mahoney MC, Newell MS. Breast intervention: How I do it? *Radiology*. 2013;268:12–24.
- Bruening W, Fontanarosa J, Tipton K, Treadwell JR, Launderers J, Schoelles K. Systematic review: Comparative effectiveness of core-needle and open surgical biopsy to diagnose breast lesions. *Ann Intern Med*. 2010;152:238–46.
- American College of Radiology. Illustrated Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS). 4th ed. Reston, VA: American College of Radiology; 2003.
- Verkooijen HM. Diagnostic accuracy of stereotactic large-core needle biopsy for nonpalpable breast disease: Results of a multicenter prospective study with 95% surgical confirmation. *Int J Cancer*. 2002;99:853–9.
- Dillon MF, Hill AD, Quinn CM, O'Doherty A, McDermott EW, O'Higgins N. The accuracy of ultrasound, stereotactic, and clinical core biopsies in the diagnosis of breast cancer, with an analysis of false-negative cases. *Ann Surg*. 2005;242:701–6.
- Jackman RJ, Nowels KW, Rodríguez Soto J, Marzoni FA, Finkelstein SI, Shepard MJ. Stereotactic automated, large-core needle biopsy of nonpalpable breast lesions: False-negative and histologic underestimation rates after long-term follow-up. *Radiology*. 1999;210:799–805.
- Burns RP, Brown JP, Roe SM, Sprouse LR 2nd, Yancey AE, Witherspoon LE. Stereotactic core-needle breast biopsy by surgeon: Minimum 2-year follow-up of benign lesions. *Ann Surg*. 2000;232:542–8.
- White RR, Halperin TJ, Olsen JA, Soo MS, Bentley RC, Seigler HF. Impact of core breast needle biopsy on the surgical management of mammographic abnormalities. *Am Surg*. 2001;233:769–77.
- Parker SH, Burbank F, Jackman RJ, Aucreman CJ, Cardenosa G, Cink TM, et al. Percutaneous large-core breast biopsy: A multi-institutional study. *Radiology*. 1994;193:359–64.
- Liberman L, Dershaw DD, Glassman JR, Abramson AF, Morris EA, LaTrenta LR, et al. Analysis of cancers not diagnosed at stereotactic core breast biopsy. *Radiology*. 1997;203:151–7.
- Liberman L, Dershaw DD, Rosen PP, Abramson AF, Deutch BM, Hann LE. Stereotaxic 14-gauge breast biopsy: How many core biopsy specimens are needed? *Radiology*. 1994;192:793–5.
- Liberman L, Kaplan JB, Morris EA, Abramsom AF, Menell JH, Dershaw DD. To excise or to sample the mammographic target: What is the goal of stereotactic 11-gauge vacuum-assisted breast biopsy? *AJR Am J Roentgenol*. 2002;179:679–83.
- Verkooijen HM, Peeters PH, Buskens E, Koot VC, Borel Rinkens IH, Mali WP, et al. Diagnostic accuracy of large-core needle biopsy for nonpalpable breast disease: A meta-analysis. *Br J Cancer*. 2000;82:1017–21.
- Reynolds HE, Poom CM, Goulet RJ, Lazaridis CL. Biopsy of breast microcalcifications using an 11-gauge directional vacuum assisted device. *AJR Am J Roentgenol*. 1988;171:611–3.
- Meyer J, Lester SC, Frenna TH, White FV. Occult breast calcifications sampled with large core-biopsy: Confirmation with radiography of the specimen. *Radiology*. 1993;188:581–2.
- Stomper PC, Davis SP, Weidner N, Meyer JE. Clinically occult, noncalcified breast cancer: Serial radiologic-pathologic correlations in 27 cases. *Radiology*. 1988;169:621–6.
- Dahlstrom JE, Sutton S, Jain S. Histologic-radiologic correlation of mammographically detected microcalcification in stereotactic core biopsies. *Am J Surg Pathol*. 1998;22:256–9.
- Liberman L, Smolkin JH, Dershaw DD, Morris EA, Abramsom AF, Rosen PP. Calcification retrieval at stereotactic 11-gauge directional vacuum-assisted breast biopsy. *Radiology*. 1998;208:251–60.
- Lee CH, Philpotts L, Horvath IJ, Tocino I. Follow-up breast lesions diagnosed as benign with stereotactic core-needle biopsy: Frequency of mammographic change and false-negative rate. *Radiology*. 1999;212:189–94.
- Liberman L, Benton CL, Dershaw DD, Abramsom AF, LaTrenta LR, Morris EA. Learning curve for stereotactic breast biopsy: How many cases are enough? *AJR Am J Roentgenol*. 2001;176:721–7.
- Apesteguia L, Mellado M, Saenz J, Cordero JL, Reparaz B, de Miguel C. Vacuum-assisted breast biopsy on digital stereotaxic table of nonpalpable lesions non-recognisable by ultrasonography. *Eur Radiol*. 2002;12:638–45.
- Pfaff G, Helbich TH, Riedl CC, Wagner T, Gnant M, Rudas M, et al. Stereotactic 11-gauge vacuum-assisted breast biopsy: A validation study. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;179:1053–7.
- Burbank F. Stereotactic breast biopsy of atypical ductal hyperplasia and ductal carcinoma in situ lesions: Improved accuracy with directional, vacuum-assisted biopsy. *Radiology*. 1997;202:843–7.
- Jackman RJ, Burbank F, Parker SH, Evans WP 3rd, Lechner MC, Richardson TR, et al. Stereotactic breast biopsy of non palpable lesions: Determinants of ductal carcinoma in situ underestimation rates. *Radiology*. 2001;218:497–502.
- Jackman RJ, Birdwell RL, Ikeda DM. Atypical ductal hyperplasia: Can some lesions be defined as probably benign after stereotactic 11-gauge vacuum-assisted biopsy, eliminating the recommendation for surgical excision? *Radiology*. 2002;224:548–54.
- Salkowski LR, Fowler AM, Burnside ES, Sisney GA. Utility of 6-month follow-up imaging after a concordant benign breast biopsy result. *Radiology*. 2011;258:380–7.
- Lee CH, Egglin TK, Philpotts L, Mainiero MB, Tocino I. Cost-effectiveness of stereotactic core needle biopsy: Analysis by means of mammographic findings. *Radiology*. 1997;202:849–54.