

TOMOSÍNTESIS: LA NUEVA ERA DE LA MAMOGRAFÍA

BREAST TOMOSYNTHESIS: THE NEW AGE OF THE MAMMOGRAPHY

Gloria Palazuelos¹

Stephanie Trujillo²

Javier Romero³

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el estado del arte de la tomosíntesis como herramienta complementaria de la mamografía digital directa. **Metodología:** Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura de artículos originales y de revisión a través de PubMed. Se revisaron los aspectos más importantes en cuanto a utilidad y limitaciones de la tomosíntesis en las imágenes de mama. **Resultados:** Se incluyeron 36 artículos originales y 33 de revisión, así como los estándares internacionales de la FDA y del American College of Radiology. La tomosíntesis de mama ha demostrado un impacto positivo en el tamizaje de cáncer de seno, al mejorar la tasa de detección de cáncer, permitir la visualización de pequeñas lesiones no vistas en 2D (como la distorsión de la arquitectura) y presentar mayor precisión en el tamaño tumoral. Adicionalmente, mejora la especificidad de la evaluación mamográfica disminuyendo el rellamado. El tiempo de lectura, la sensibilidad para detectar microcalcificaciones y el costo del equipo son sus limitaciones. **Conclusiones:** La tomosíntesis es una nueva herramienta complementaria de la mamografía digital y ha generado un impacto positivo en el diagnóstico de cáncer de mama en comparación con la mamografía convencional 2D. La disminución del rellamado tendría un valor significativo en costos, detección temprana y disminución en la ansiedad.

PALABRAS CLAVE (DeCS)

Mamografía
Tomografía
Diagnóstico
Neoplasias de la mama

KEY WORDS (MeSH)

Mammography
Tomography
Diagnosis
Breast neoplasms

SUMMARY

Objective: To evaluate the available data of Breast Tomosynthesis as a complementary tool of direct digital mammography. **Methods:** A systematic literature search of original and review articles through PubMed was performed. We reviewed the most important aspects of Tomosynthesis in breast imaging: **Results:** 36 Original articles, 13 Review articles and the FDA and American College of Radiology standards were included. Breast Tomosynthesis has showed a positive impact in breast cancer screening, improving the rate of cancer detection due to visualization of small lesions unseen in 2D (such as distortion of the architecture) and it has greater precision regarding tumor size. In addition, it improves the specificity of mammographic evaluation, decreasing the recall rate. Limitations: Interpretation time, cost and low sensitivity to calcifications. **Conclusions:** Breast Tomosynthesis is a new complementary tool of digital mammography which has showed a positive impact in breast cancer diagnosis in comparison to the conventional 2D mammography. Decreased recall rates could have significant impact in costs, early detection and a decrease in anxiety.

Introducción

La incidencia del cáncer de mama a escala mundial se ha incrementado, con un aumento particular en el norte y oeste europeo, Norteamérica, Australia y Nueva Zelanda (1). Desde el 2008 se estima que la incidencia a escala mundial se ha incrementado más

de un 20%, mientras que la mortalidad ha disminuido hasta el 14%. El cáncer de mama es la causa más común de muerte por cáncer entre las mujeres y el tipo de cáncer más frecuentemente diagnosticado entre las mujeres en 140, de 184 países en todo el mundo. La mortalidad es mayor en países menos desarrollados

¹Médica radióloga.

Departamento de Imágenes
Diagnósticas, Centro de
Imágenes de la Mujer,
Fundación Santa Fe de Bogotá.
Bogotá, Colombia.

²Médica. Centro de Innovación
y Educación en Salud,
Fundación Santa Fe de Bogotá.
Bogotá, Colombia.

³Médico radiólogo. Director
de Imágenes de la Mujer,
Departamento de Imágenes
Diagnósticas, Fundación
Santa Fe de Bogotá. Bogotá,
Colombia.

debido a una falta de detección temprana y el acceso a un tratamiento adecuado (2).

En Colombia, según las bases de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la mortalidad por cáncer de seno ha mostrado un incremento constante en las dos últimas décadas, en las cuales pasó de una tasa de 3,5 por 100.000 en 1981, a 6,8 por 100.000 en el 2000 (3). Según los datos de 'Así Vamos en Salud', en Colombia, para el 2011 se presentó una tasa de mortalidad por cáncer de seno de 10,01 por 100.000 habitantes, que representó un ligero descenso respecto al 2010 (4).

El continuo avance e implementación de nuevas tecnologías ha permitido el desarrollo de las imágenes diagnósticas. Sin embargo, en la imagen mamográfica, el desarrollo ha tenido una evolución más lenta en comparación con otras modalidades de imágenes, como la tomografía computarizada o las imágenes de resonancia magnética.

En los años sesenta se inicia el uso de la mamografía análoga y por 40 años fue el único método de tamizaje para cáncer de mama. La mamografía (MG) es el único método efectivo de tamizaje para cáncer de mama que ha demostrado disminuir la mortalidad hasta en un 30% (5). Es un método accesible, de bajo costo y con bajas dosis de radiación. Sin embargo, en el 10 al 30% de los casos el cáncer no es visualizado en MG. La MG es útil, pero no suficiente. El ultrasonido, en conjunto con la mamografía puede aumentar la detección de cáncer, en especial en mujeres con alto riesgo y con senos densos (6,7).

La naturaleza bidimensional de la MG tiene como consecuencia la *sobreposición de imágenes*, lo cual es un desafío para los radiólogos y es la principal causa de solicitud de métodos diagnósticos complementarios (compresión focal, magnificación, ultrasonido, resonancia magnética) para establecer el diagnóstico definitivo.

La sobreposición de imágenes puede dar como resultado *falsos positivos* por "ruido anatómico", que se produce al proyectar el volumen mamario sobre una imagen bidimensional, o puede oscurecer las lesiones reales, dando lugar a *falsos negativos*. Esta situación es todavía más crítica en los casos de mamas densas, que, además de ser una dificultad diagnóstica, tienen un riesgo relativo de 5 para desarrollar cáncer de mama (8) y un riesgo relativo de 7 para cáncer de intervalo (9). La *alta densidad mamaria* disminuye la sensibilidad de la mamografía. En general, la sensibilidad del método está entre 70-90%; sin embargo, en seno denso disminuye a 30-48% (10). Adicionalmente, según un estudio de Cochrane, más mujeres experimentarán una angustia importante psicológica durante muchos meses debido a los falsos positivos de la mamografía (11).

Buscando superar estos limitantes, la tecnología en mamografía evolucionó. En el 2000, la FDA aprobó la mamografía digital en sus dos componentes: mamografía digital indirecta o digitalizada (CR, por sus siglas del inglés *computer radiology*) y mamografía digital directa de campo completo (DR, por sus siglas del inglés *digital radiology*) (12).

Varias investigaciones han evaluado la eficiencia de la MG digital en el diagnóstico de cáncer de mama. En 2005, Pisano *et al.* demostraron que no habían diferencias estadísticamente significativas entre la MG análoga y digital; sin embargo, en un subgrupo específico de la población, pacientes menores de 50 años, premenopáusicas, con densidad mamaria alta (tejido mamario heterogéneo y denso), se encontró que la sensibilidad de la MG digital fue mayor (78%) sobre la análoga (51%), con valores estadísticamente significativos (13).

Nuevas investigaciones, como la de Séradour en Francia, han demostrado que la tasa de hallazgos anormales son más altas en la MG directa digital (7,78%) que en la MG análoga (6,11%) y en la CR (5,34%). La tasa de detección de cáncer también fueron altas para la mamografía digital (0,71% frente a 0,66% en la mamografía análoga y 0,55% en CR) (14).

Tomosíntesis

Con el objetivo de mejorar la especificidad y al menos mantener la sensibilidad de la mamografía, han sido aprobados nuevos desarrollos tecnológicos. En 2011 la FDA aprobó la tomosíntesis para uso en tamizaje para cáncer de seno (15). Esta fue desarrollada en el esfuerzo de mejorar la especificidad y la sensibilidad de la mamografía, debido a que las estructuras normales de la mama pueden ocultar tumores malignos.

¿Qué es tomosíntesis?

La tomosíntesis es una *herramienta complementaria* de la mamografía digital directa de campo completo y se diferencia de la MG convencional básicamente por un tubo móvil de rayos X que hace múltiples disparos de bajas dosis de radiación, los cuales posteriormente son *reconstruidos* con algoritmos similares a los de la tomografía en cortes de 1 mm (16). Las primeras imágenes de tomosíntesis de mama fueron demostradas por Niklason *et al.* en 1997 (17).

¿Cómo funciona?

La MG convencional 2D consta de un tubo estacionario que genera rayos X que son absorbidos por una pantalla de fósforo que emite luz y se expone en una placa, creando una imagen (análoga), o por un detector digital (digital directa). En la tomosíntesis se utiliza un tubo de rayos X, que se moviliza continuamente en un arco que varía en grados y número de cortes, dependiendo de las diferentes alternativas del mercado, que pueden variar en rango de 15°, 25° y 40°, haciendo múltiples disparos de bajas dosis de radiación, que son absorbidos por la mama (18). La superficie receptora utiliza un detector digital cuya composición generalmente es selenio. El detector puede ser estacionario o moverse conjuntamente con el tubo (19,20).

Esta diferencia permite disminuir la superposición de imágenes entre el tejido mamario y las lesiones, por lo que proporciona una clara mejoría en la visualización de hallazgos, permitiendo que el radiólogo detecte lesiones ocultas no vistas en MG convencional y de menor tamaño. Además, permite una mejor evaluación de hallazgos mamográficos, como asimetrías y distorsiones que con MG 2D podrían requerir evaluación complementaria con otros métodos de imagen. Las *imágenes tridimensionales* son reconstruidas con algoritmos similares a los de tomografía computarizada y se envían a la estación de trabajo, donde pueden ser visualizadas una a una o en modo cine (figura 1) (20).

El dolor con la compresión de la mama es un problema importante asociado con la mamografía 2D y puede influir en la asistencia al tamizaje (21). La *compresión ejercida* para la mamografía con tomosíntesis es similar a la convencional; sin embargo, la compresión disminuye la dosis de radiación absorbida (radiación dispersa) (22).

Aún no hay un consenso ni protocolos universales de tomosíntesis establecidos; estos varían de acuerdo con la institución. Puede ser solo en medio lateral oblicua (MLO), solo en craneocaudal (CC), o en

ambas. La mayoría utilizan tomosíntesis en dos proyecciones. Sin embargo, siempre las imágenes en 3D van acompañadas de imágenes de mamografía digital en CC y MLO (23). Recientes investigaciones podrían favorecer la utilización de tomosíntesis en todas las pacientes sometidas a tamizaje (24).

El número de imágenes de tomosíntesis varían de acuerdo con el espesor del seno de la paciente. Pueden ser desde 25 hasta 90 o más, por proyección en cada seno, aproximadamente.

Ventajas

- Mejor definición del tamaño tumoral (25): en el diagnóstico y el manejo de cáncer de seno, el tamaño de la lesión es un factor importante en el estadio y en el pronóstico (26). Estudios han determinado que la mamografía digital con tomosíntesis es más exacta que la MG digital sola para determinar la medida del tamaño de tumores tanto en senos grasos como en densos. Si se compara con los resultados de patología, el tamaño es sobrestimado de manera significativa en la mamografía digital en mamas densas ($p = 0,001$), en comparación con la mamografía digital más tomosíntesis ($p = 0,068$) (27). La tomosíntesis es considerablemente superior a la mamografía digital para la evaluación de tamaño de lesión en general, especialmente para lesiones pequeñas y para lesiones en mamas densas. La superioridad de la tomosíntesis aumenta con la densidad del parénquima (28).
- Mejor evaluación de asimetrías (figura 2): una de las principales causas de rellamado en MG son las asimetrías. La mayoría de asimetrías corresponden a sobreposición de tejido mamario (29). Para la evaluación de estos hallazgos en MG 2D son indispensables proyecciones adicionales, como compresión focal y ultrasonido. La evidencia ha demostrado que la utilidad de tomosíntesis es igual que hacer proyecciones adicionales (17,25).
- Distorsión de arquitectura (figura 3): la tomosíntesis ha incrementado la detección de distorsiones de arquitectura mamaria que no son visualizadas en 2D (25,27,30). Este hallazgo es una de las principales causas de falsos negativos de la mamografía. La implementación de tomosíntesis permite la identificación de este tipo de anomalías no claramente detectadas en MG 2D.
- Evaluación de seno denso y contorno de lesiones (figuras 4-7): la tomosíntesis es un 15% más sensible que la mamografía digital en senos densos. Puede ser explicado en algunos pacientes por la habilidad de la tomosíntesis para delinear mejor los contornos de las lesiones; permite, además, practicar cambios en las categorías BI-RADS sin necesidad de nuevas proyecciones (25,28,30,31).
- Disminuye el rellamado: esto reduce a su vez la ansiedad de la paciente y los costos del programa de tamizaje (19). La tomosíntesis disminuye la tasa de rellamado entre un 10 y 30% en comparación con la mamografía digital; algunos estudios han informado una disminución de hasta un 50% (24,32-34).
- Aumenta el VPP en la recomendación de biopsia: la mamografía digital con tomosíntesis ha demostrado una mayor especificidad que la compresión focal (100%) en comparación con la compresión focal digital (94%), lo que genera una reducción del número de biopsias de lesiones no malignas (35).
- Aumenta el VPP del rellamado: aumenta del 4,7% (mamografía digital) al 10,1% en la mamografía más tomosíntesis (36); adicionalmente, la tasa de falsos positivos puede disminuir hasta un 15% en comparación con la mamografía sola (24). Algunos estudios han demostrado que la

tomosíntesis puede disminuir un 9% de falsos positivos en comparación con la MG y proyecciones adicionales ($p < 0,01$), lo que afecta directamente las tasas de rellamado (37).

- Aumenta la tasa de detección de cáncer (figuras 8 y 9): la sensibilidad de la tomosíntesis es del 90% y su especificidad, del 79% (38). La tasa de detección de cáncer en tomosíntesis es de 8 por 1.000 estudios y para mamografía digital, de 6,1 por 1.000 estudios, lo que evidencia un incremento del 31% (24). En el estudio de Svahn, en promedio más de 10,4 diagnósticos de cáncer se lograron detectar con tomosíntesis por lector, en comparación con la mamografía digital. Los resultados mostraron una exactitud diagnóstica superior de la tomosíntesis, lo que sugiere que la detección de cáncer de mama puede mejorar con esta (31,39).
- Detecta más cáncer invasivo (figura 10): se conoce como *sobrediagnóstico* la detección de cáncer de mama que nunca llegaría a ser clínicamente evidente y, por lo tanto, nunca llegaría a ser potencialmente letal (40,41). Recientes estudios han determinado que aproximadamente el 30% de los cánceres de mama son sobrediagnosticados en la mamografía de tamizaje (42). Los tumores que no son invasivos pueden influir en el sobrediagnóstico. Antes de la implementación de la mamografía, el *carcinoma ductal in situ* (DCIS) correspondía a 2-5% de los cánceres de mama, actualmente representa del 20 al 30% de los cánceres detectados, lo que ha generado un debate sobre su importancia, en temas de características patológicas, potencial de progresión, sobrediagnóstico y sobretratamiento, debido a que no hay manera de determinar qué casos no progresarán a lesiones invasoras. Los resultados son estrés, necesidad de pruebas adicionales y tratamientos que en algunos casos pueden ser innecesarios (41).
- La tomosíntesis podría detectar hasta un 40% más de cáncer que la mamografía digital sola. En el estudio Skaane, los hallazgos anormales adicionales detectados con tomosíntesis no correspondieron a lesiones de alto riesgo ni a carcinomas ductales *in situ*, sino a cáncer invasivo, lo que demuestra un aumento del 26% en la detección de cáncer de altos grados (24); estos hallazgos sugieren que la tomosíntesis podría disminuir el sobrediagnóstico. Por otro lado, en el estudio de Michell, en el que se presentaron 204 diagnósticos de cáncer, el 34,3% fueron clasificados como malignos (BIRADS 5) en la MG análoga, esto mejoró a 39,7% en la digital y a 58,3% en la MG con tomosíntesis (43).

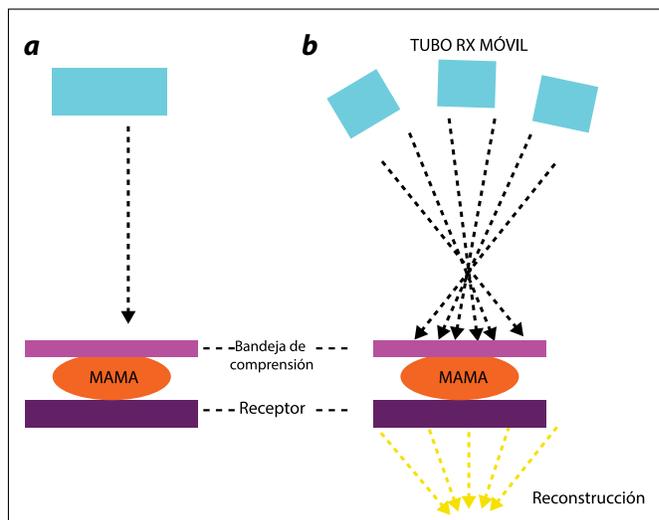


Figura 1. Principios físicos. a) Mamografía. b) Tomografía
Fuente: elaboración propia.

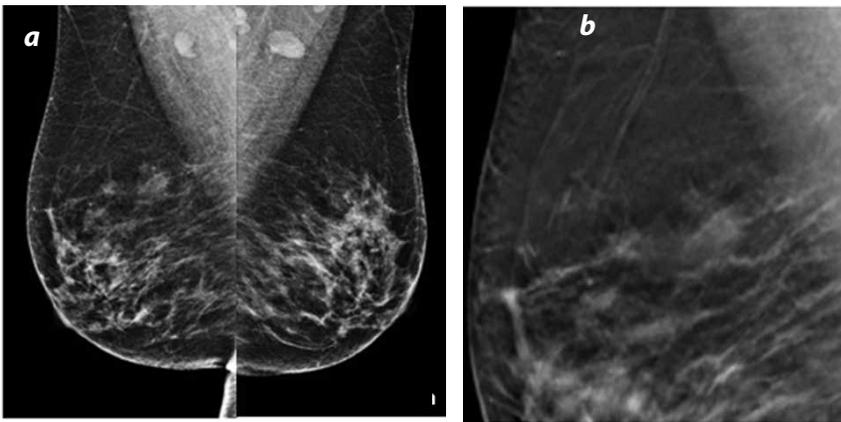


Figura 2. a) Proyección MLO bilateral. Imagen 2D de asimetría prepectoral derecha. b) Magnificación MLO derecha, cuadrante superior. Imagen obtenida de video 3D, se observa que la asimetría corresponde a tejido glandular superpuesto, sin lesión subyacente. No se requirieron proyecciones adicionales

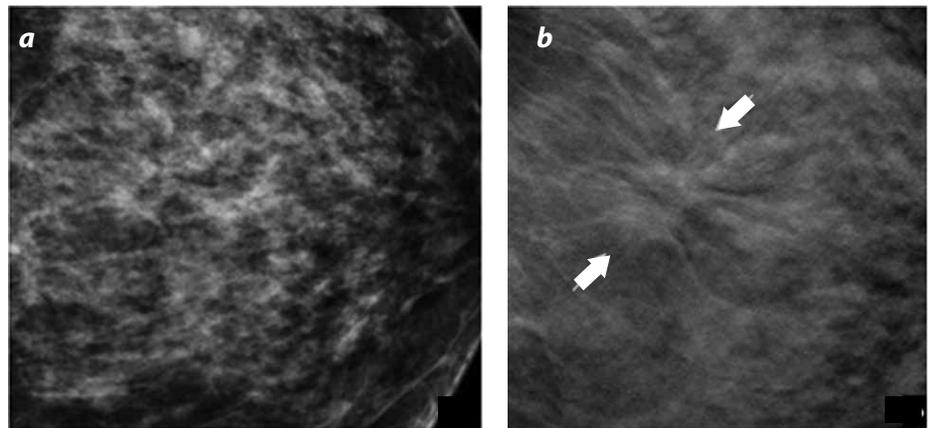


Figura 3. Magnificación retroareolar CC izquierda. a) Imagen 2D, seno denso, no hay hallazgos significativos. b) Imagen 3D, se observa claramente distorsión de la arquitectura mamaria, no visualizada en 2D. Cicatriz radial

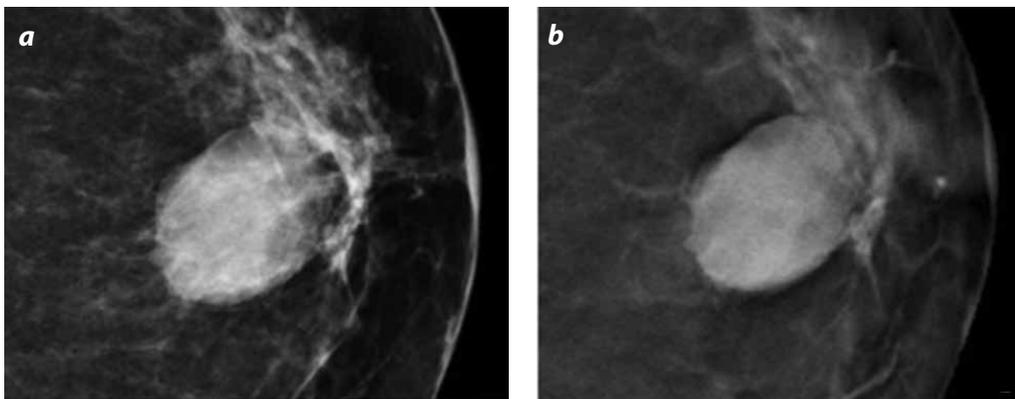


Figura 4. Magnificación MLO izquierda. a) Imagen 2D de nódulo de contornos oscurecidos. b) Imagen 3D, se observan claramente los contornos de la lesión y pasa a ser nódulo circunscrito

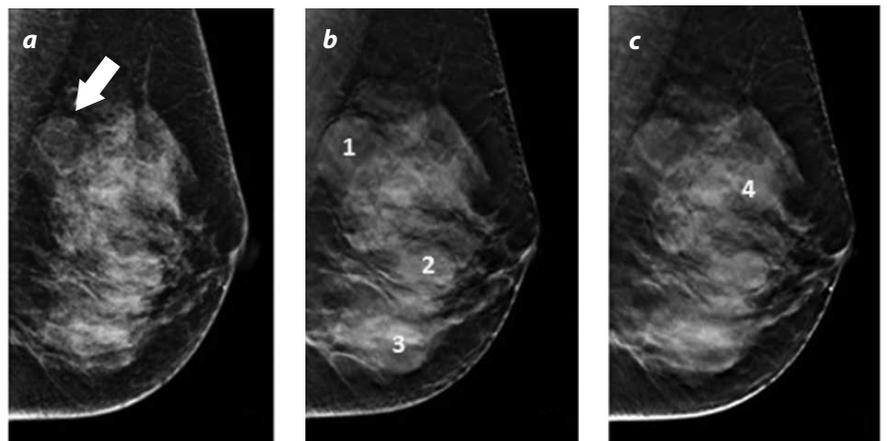


Figura 5. Proyección MLO izquierda. a) Imagen 2D, seno denso. Asimetría prepectoral. b) Imagen 3D, se observan tres nódulos no visualizados en 2D. c) Imagen 3D subsecuente a la anterior, se observa cuarto nódulo no visualizado en 2D ni en la anterior 3D

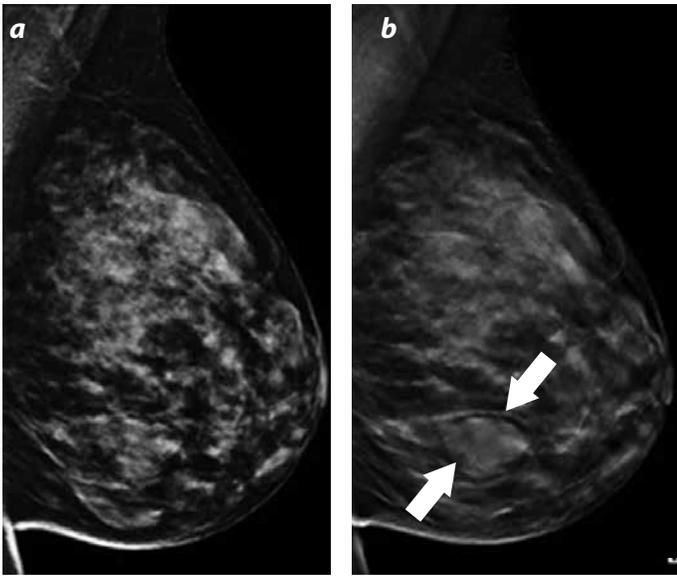


Figura 6. Proyección MLO izquierda. a) Imagen 2D, seno denso, no se observan nódulos. b) Imagen 3D, se observa nódulo circunscrito en cuadrantes inferiores, no identificado en 2D

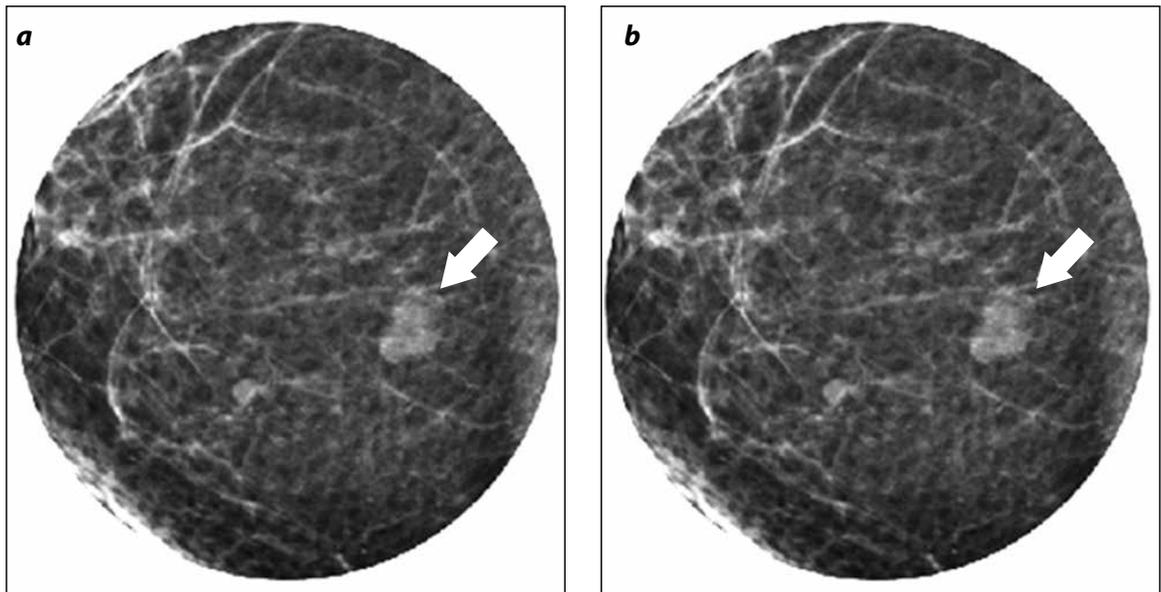


Figura 7. Magnificación MLO derecha. a) Imagen 2D de nódulo circunscrito. b). Imagen 3D, se observa nódulo microlobulado, lo que cambia la categoría BI-RADS

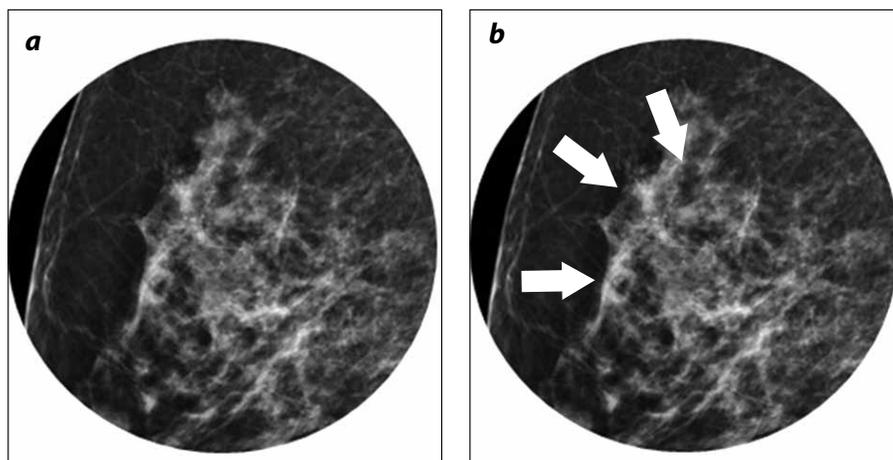


Figura 8. Magnificación MLO derecha, cuadrantes superiores. a) Imagen 2D, seno denso, no hay hallazgos significativos. b) Imagen 3D, se observa claramente distorsión de la arquitectura mamaria no visualizada en 2D. Cáncer ductal infiltrante

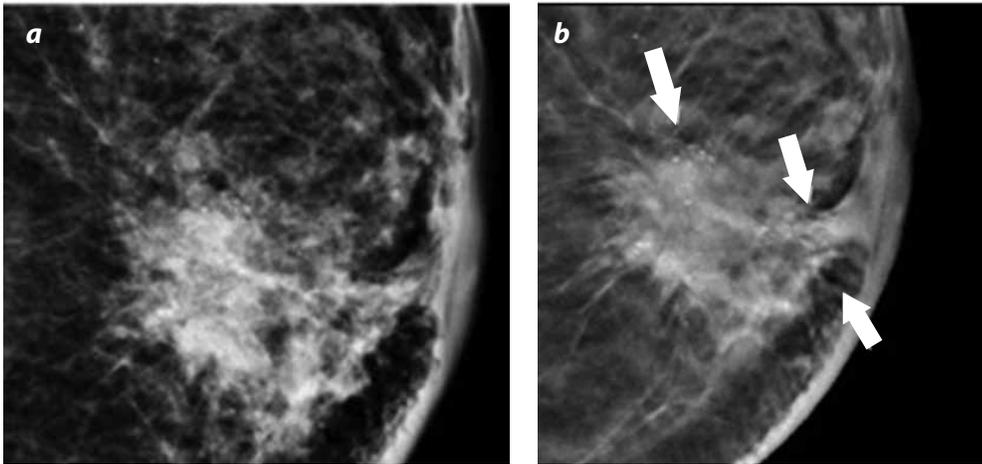


Figura 9. Magnificación MLO izquierda. Mamografía de tamizaje. a) Imagen 2D, asimetría frente a masa. b) Imagen 3D, se observa masa espiculada con microcalcificaciones pleomórficas y extensión ductal. Se evidencia engrosamiento cutáneo

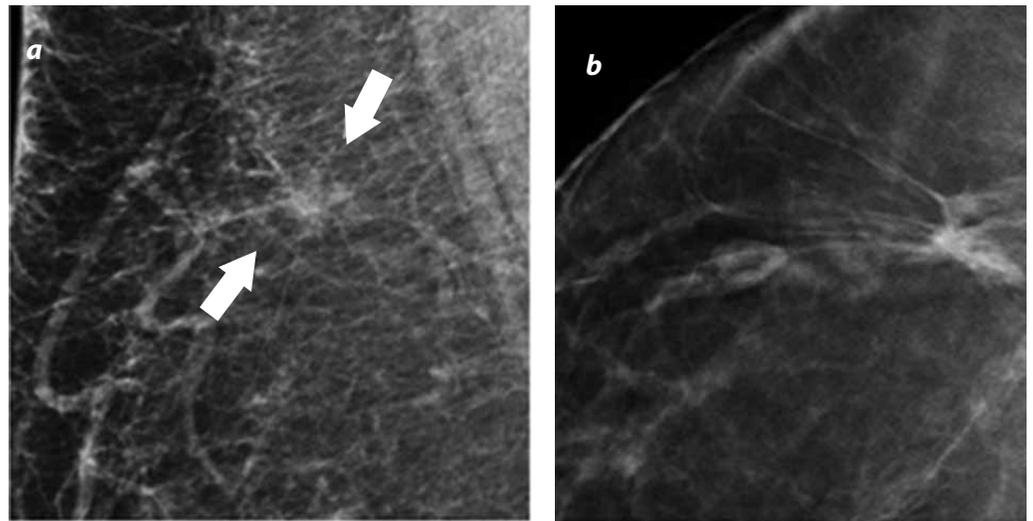


Figura 10. Magnificación MLO derecha. a) Imagen 2D, pequeña distorsión prepectoral. b) Imagen 3D, se observa masa espiculada

Rellamado

Se conoce como *rellamado* cuando el radiólogo interpreta una mamografía como positiva (anormal), lo cual requiere el uso de imágenes complementarias para hacer un diagnóstico definitivo y poder dar una recomendación final.

El rellamado depende de tres variables: el *radiólogo* (años de experiencia, entrenamiento específico en mamografía, afiliación a un centro médico académico), la *población* (densidad mamaria, edad, reemplazo hormonal, factores de riesgo) y *sistema* (volumen anual de mamografías leídas, lectura única frente a doble, CAD) (44). La tecnología utilizada para hacer evaluación de la mama tendría un valor importante en este rellamado; por otro lado, la disponibilidad de estudios previos para hacer una comparación disminuye el rellamado hasta un 51% (45).

Una de las mayores evaluaciones en diferentes investigaciones científicas ha sido el cambio en el porcentaje de rellamado luego de la implementación de tomosíntesis, debido a que un gran número de estudios han informado una disminución significativa. La disminución varía entre 10 y 40%, y en algunos estudios hasta un 50% (19,32-34).

Hass *et al.* demostraron que la población más beneficiada en disminución del rellamado es el grupo de seno denso y menores de 50 años; el promedio de rellamado en condiciones ideales podría ser para MG digital del 12% y de la MG con tomosíntesis hasta en un 8,4% (34).

En Latinoamérica no se conoce con certeza la tasa de rellamado, ya que no hay publicaciones disponibles al respecto; sin embargo, podría estar por encima de las recomendaciones del ACR, que es del 10% (46), debido a los problemas del acceso a la salud, la disponibilidad de estudios previos para comparación y la falta de organización de los programas de tamizaje poblacional.

La tomosíntesis ha demostrado la misma o mayor exactitud de diagnóstico que MG con proyecciones por compresión y mejora la caracterización de las lesiones, suministrando una dosis adecuada, comodidad y beneficios si no se requieren más proyecciones 2D complementarias (35,47,48).

Desventajas

- Costo del equipo: la implementación de la tecnología de la mamografía con tomosíntesis implica la modificación del *software* de una unidad convencional digital mamográfica y, por lo tanto, su costo es mayor, en comparación con la mamografía convencional 2D que con la tomografía computarizada. El costo promedio de mamografía con tomosíntesis es mayor que la mamografía 2D (32,49,50).
- Políticas de reembolso: dada la reciente aprobación de esta tecnología en la mayoría de sistemas de seguridad social a escala mundial,

incluyendo el colombiano, no se cuenta en la actualidad con códigos aprobados para su cobro que permitan cubrir el mayor costo de los equipos y mayor tiempo del trabajo profesional.

- Mayor tiempo del radiólogo: los radiólogos de mama pasaron de analizar cuatro proyecciones de MG convencional a cientos de imágenes de MG con tomosíntesis. Una MG convencional generalmente consta de dos imágenes por cada seno (CC y MLO) y en ocasiones especiales puede haber uno o dos adicionales (Eklund o compresiones focales). Rara vez, más de seis imágenes por paciente. La MG con tomosíntesis incrementa significativamente el tiempo de lectura comparado con la MG convencional entre 35-65%, lo cual es directamente proporcional a la experiencia del radiólogo (49). Un seno de 5 cm (promedio) conlleva aproximadamente 50 imágenes por proyección. Los tiempos de lectura y de presentación de informes son prolongados con la tomosíntesis sola, o en combinación con la mamografía 2D, debido a la gran cantidad de imágenes generadas en cada caso (32,49).
- Algunos autores refieren que el tiempo requerido para revisar e informar los hallazgos de la tomosíntesis se puede compensar gracias a la disminución de las tasas de rellamado (19,32). Actualmente, muchos radiólogos tienen experiencia limitada en la lectura de imágenes mamográficas con tomosíntesis; sin embargo, cuando se adquiere la experiencia, los tiempos de interpretación disminuyen en forma significativa (51,52).
- Visualización de microcalcificaciones: la mamografía 2D es el estándar de referencia para la detección de microcalcificaciones (47). Hasta el momento, las microcalcificaciones siguen siendo mejor visualizadas en MG digital que en tomosíntesis; se ha informado menor sensibilidad de la tomosíntesis para la detección de microcalcificaciones (72%) en comparación con la mamografía digital (76%) (32). Esto puede ser secundario a artefactos de movimiento en tomosíntesis como resultado de un tiempo relativamente más largo durante la adquisición (53). Sin embargo, algunos estudios han informado mayor sensibilidad en las calcificaciones individuales y de distribución intraductal en la MG con tomosíntesis (54). Por otro lado, nuevos desarrollos aprobados por FDA (imágenes sintetizadas C-View) podrían incrementar la visualización de microcalcificaciones en valores cercanos al 30%.

Dosis de radiación de tomosíntesis

La dosis de radiación es una preocupación importante para la Comisión Internacional en Protección Radiológica (ICRP) debido a potenciales riesgos de radiación ionizante en dosis no permitidas (55). Para un seno de aproximadamente 5 cm de espesor y 50% de fracción glandular, la adquisición de imágenes de tomosíntesis resulta solamente en un incremento del 8% en comparación con la MG digital y la MG análoga (1,3 mGy y 1,2 mGy, respectivamente) (56).

La tomosíntesis es considerado un procedimiento seguro, pues las dosis de radiación utilizadas están dentro de los rangos establecidos por la MQSA (Mammography Quality Standard Act) (57).

Futuro de la tomosíntesis Imágenes sintetizadas

La capacidad de reconstruir imágenes en 2D a partir de datos de la mamografía con tomosíntesis potencialmente podría eliminar el examen de mamografía en 2D, lo que resultaría en re-

ducciones de la dosis de radiación entre 30 y 50%. Sin embargo, esto supondría que las imágenes reconstruidas en 2D son iguales a la calidad de la mamografía 2D directa (26). Un estudio sugirió que las imágenes 2D sintetizadas a partir de la tomosíntesis ofrecen una menor sensibilidad que la mamografía 2D más tomosíntesis (promedio de 0,772 frente a 0,826, respectivamente) (56).

La generación de una imagen 2D sintética a partir de las proyecciones adquiridas con mamografía digital con tomosíntesis se presenta como una posible solución a la necesidad de disponer de la imagen 2D y significaría una reducción importante de las dosis de radiación absorbida de al menos el 30%. Los algoritmos de construcción de imágenes sintetizadas han sido optimizados a lo largo del presente año, hasta alcanzar la aprobación de la FDA tras un estudio clínico que ha puesto de manifiesto una capacidad igual e incluso superior en algunos casos para la detección de lesiones usando la imagen sintética (C-View)(12).

Otros avances donde la evidencia se encuentra en construcción son la tomosíntesis con contraste y sustracción, lo cual podría generar nuevas indicaciones clínicas de esta modalidad. Los resultados preliminares son esperanzadores.

Conclusión

La tomosíntesis es una nueva herramienta de la mamografía digital, un método seguro, con dosis de radiación dentro de lo permitido, que está demostrando cambios importantes en el diagnóstico de cáncer de mama por su mejor desempeño (aumento en la sensibilidad y especificidad), en comparación con la mamografía convencional 2D. La disminución del rellamado mediante esta nueva tecnología tendría un valor significativo en costos, atención oportuna y disminución en la ansiedad de nuestros pacientes.

Referencias

1. Jemal A, Siegel R, Ward E, et al. Cancer statistics, 2009. *CA Cancer J Clin*. 2009;59:225-49.
2. International Agency for Research on Cancer (IARC), World Health Organization (WHO). Latest world cancer statistics. Global cancer burden rises to 14.1 million new cases in 2012: marked increase in breast cancers must be addressed [internet]. Comunicado de prensa 223 [internet]. 2013 [citado 2014 ene. 24]. Disponible en: http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2013/pdfs/pr223_E.pdf.
3. Díaz S, Piñeros M, Sánchez O. Detección temprana del cáncer de mama: aspectos críticos para un programa de tamizaje organizado en Colombia. *Rev Colomb Cancerol*. 2005;9:93-105.
4. Así vamos en salud, seguimiento al sector salud en Colombia. Tasa de mortalidad por cáncer de seno [internet]. 2012 [citado 2014 ene. 18]. Disponible en: <http://www.asivamosensalud.org/indicadores/estado-de-salud/grafica.ver/43>
5. Baines CJ, Millar AB, Kopans DB. Canadian National Breast Screening Study: Assessment of technical quality by external review. *AJR Am J Roentgenol* 1990;155:743-7.
6. Mandelson MT, Oestreicher N, Porter PL, et al. Breast density as a predictor of mammographic detection: comparison of interval- and screen-detected cancers. *J Natl Cancer Inst*. 2000;92:1081-7.
7. Berg WA, Blume JD, Cormack JB, et al. Combined screening with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer. *JAMA*. 2008;299:2151-63.
8. Warner E. Breast-cancer screening. *N Engl J Med*. 2011;365:1025-32.
9. Boyd NF, Guo H, Martin LJ, et al. Mammographic density and the risk and detection of breast cancer. *N Engl J Med*. 2007;356:227-36.
10. Hooley RJ, Greenberg KL, Stackhouse RM, et al. Screening US in patients with mammographically dense breasts: initial experience with Connecticut Public Act 09-41. *Radiology*. 2012;265:59-69.
11. Wilkinson JE. Effect of mammography on breast cancer mortality. *Cochrane Clin Am Fam Physician*. 2011;84:1225-7.
12. U.S. Food and Drug Administration (FDA). Accreditation/Certification Options for Facilities Utilizing a 3D System with either 2D FFDM Images or 2D Images Generated from the 3D Image Set (i.e., 2D Synthesized Images). Mammography quality standards act and program. Radiation-emitting products [internet]. s. f. [citado 2014 feb. 10]. Disponible en <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/Mam->

- mographyQualityStandardsActandProgram/FacilityCertificationandInspection/ucm114148.htm.
13. Pisano E, Gatsonis C, Hendrick E, et al. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening. *N Engl J Med.* 2005;353:1773-83.
 14. Séradour B, Heid P, Estève J. Comparison of direct digital mammography, computed radiography, and film-screen in the French national breast cancer screening program. *AJR Am J Roentgenol.* 2014;202:229-36.
 15. U.S. Food and Drug Administration. Selenia Dimensions 3D System - P080003, Approval Letter [internet]. 2011 [citado 2014 ene. 28]. Disponible en: http://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf8/p080003a.pdf
 16. Park JM, Franken EA Jr, Garg M, et al. Breast tomosynthesis: present considerations and future applications. *Radiographics.* 2007;27:S231-40.
 17. Niklason LT, Christian BT, Niklason LE, et al. Digital tomosynthesis in breast imaging. *Radiology.* 1997;205:399-406.
 18. Chevalier del Rio M. Nuevas tecnologías en mamografía y su impacto en los valores de dosis. *Radiología [internet]* 2013. [citado 2014 ene. 30]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2013.09.004>.
 19. Rafferty EA. Digital mammography: novel applications. *Radiol Clin N Am.* 2007;45:831-43.
 20. Sechopoulos I. A review of breast tomosynthesis. Part I. The image acquisition process. *Med Phys.* 2013;40:014301.
 21. Keefe FJ, Hauck ER, Egert J, et al. Mammography pain and discomfort: a cognitive-behavioral perspective. *Pain.* 1994;56:247-60.
 22. Zhi H, Ou B, Luo BM, et al. Comparison of ultrasound elastography, mammography, and sonography in the diagnosis of solid breast lesions. *J Ultrasound Med.* 2007;26:807-15.
 23. Baker JA, Lo JY. Breast tomosynthesis: state-of-the-art and review of the literature. *Academic Radiology.* 2011;18:1298-310.
 24. Skaane P, Bandos AI, Gullien R, et al. Comparison of digital mammography alone and digital mammography plus tomosynthesis in a population-based screening program. *Radiology.* 2013;267:47-56.
 25. Andersson I, Ikeda DM, Zackrisson S, et al. Breast tomosynthesis and digital mammography: a comparison of breast cancer visibility and BIRADS classification in a population of cancers with subtle mammographic findings. *Eur Radiol.* 2008;18:2817-25.
 26. Alakhra M, Bourne R, Rickard M, et al. Digital tomosynthesis: A new future for breast imaging? *Clin Radiol.* 2013;68:225-36.
 27. Seo N, Kim HH, Shi HJ, et al. Digital breast tomosynthesis versus full-field digital mammography: comparison of the accuracy of lesion measurement and characterization using specimens. *Acta Radiol [internet].* 2013 [citado 2014 ene. 7]. Disponible en: <http://acr.sagepub.com/content/early/2013/09/04/0284185113503636.full.pdf+html>
 28. Mun HS, Kim HH, Shin HJ, et al. Assessment of extent of breast cancer: Comparison between digital breast tomosynthesis and full-field digital mammography. *Clin Radiol.* 2013;68:1254-9.
 29. Leung JW, Sickles EA. Developing asymmetry identified on mammography: correlation with imaging outcome and pathologic findings. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;188:667-75.
 30. Palma G, Bloch I, Muller S. Spiculated lesions and architectural distortions detection in Digital breast tomosynthesis datasets. *Digital Mammography.* 2010;6136:712-9.
 31. Waldherr C, Cerny P, Altermatt HJ, et al. Value of one-view breast tomosynthesis versus two-view mammography in diagnostic workup of women with clinical signs and symptoms and in women recalled from screening. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;200:226-31.
 32. Poplack SP, Tosteson TD, Kogel CA, et al. Digital Breast Tomosynthesis: Initial Experience in 98 Women with Abnormal Digital Screening Mammography. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;189:616-23.
 33. Gur D, Abrams G, Chough DM, et al. Digital breast tomosynthesis: observer performance study. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;193:586-91.
 34. Haas BM, Kalra V, Geisel J, et al. Comparison of tomosynthesis plus digital mammography and digital mammography alone for breast cancer screening. *Radiology.* 2013;269:694-700.
 35. Tagliafico A, Astengo D, Cavagnetto F, et al. One-to-one comparison between digital spot compression view and digital breast tomosynthesis. *Eur Radiol.* 2012;22:539-44.
 36. Rose SL, Tidwell AL, Bujnoch LJ, et al. Implementation of breast tomosynthesis in a routine screening practice: an observational study. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;200:1401-8.
 37. Zuley ML, Bandos AI, Ganott MA, et al. Digital breast tomosynthesis versus supplemental diagnostic mammographic views for evaluation of noncalcified breast lesions. *Radiology.* 2013;266:89-95.
 38. Lei J, Yang P, Zhang L, et al. Diagnostic accuracy of digital breast tomosynthesis versus digital mammography for benign and malignant lesions in breasts: a meta-analysis. *Eur Radiol.* 2014;24:595-602.
 39. Svahn TM, Chakraborty DP, Ikeda D, et al. Breast tomosynthesis and digital mammography: a comparison of diagnostic accuracy. *Br J Radiol.* 2012;85:1074-82.
 40. Gelder R, Heijnsdijk EAM, Van Ravesteyn NT, et al. Interpreting Overdiagnosis Estimates in Population-based Mammography Screening. *Epidemiol Rev.* 2011;33:111-21.
 41. Kopans DB, Smith RA, Duffy SW. Mammographic screening and overdiagnosis. *Radiology.* 2011;260:616-20.
 42. Bleyer A, Welch HG. Effect of three decades of screening mammography on breast-cancer incidence. *N Engl J Med.* 2012;367:1998-2005.
 43. Michell MJ, Iqbal A, Wasan RK, et al. A comparison of the accuracy of film-screen mammography, full-field digital mammography, and digital breast tomosynthesis. *Clin Radiol.* 2012;67:976-81.
 44. Rothschild J, Lourenco AP, Mainiero MB. Screening mammography recall rate: does practice site matter? *Radiology.* 2013;269:348-53.
 45. Hakim CM, Anello MI, Cohen CS, et al. Impact of and interaction between the availability of prior examinations and DBT on the interpretation of negative and benign mammograms [internet]. *Acad Radiol.* 2013 [citado 2014 ene. 12]. Disponible en: <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/1076-6332/PIIS1076633213005060.pdf>
 46. American College of Radiology (ACR). Breast imaging and reporting data system BIRADS Mammography, 5 ed. Reston VA: ACR; 2013.
 47. Hakim CM, Chough DM, Ganott MA, et al. Digital breast tomosynthesis in the diagnostic environment: a subjective side-by-side review. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;195:172-6.
 48. Noroozian M, Hadjiiski L, Rahnama-Moghadam S, et al. Digital breast tomosynthesis is comparable to mammographic spot views for mass characterization. *Radiology.* 2012;262:61-8.
 49. Wallis MG, Moa E, Zanca F, et al. Two-view and single-view tomosynthesis versus full-field digital mammography: high-resolution X-ray imaging observer study. *Radiology.* 2012;262:788-96.
 50. Hooley RJ, Andrejeva L, Scoutt LM. Breast cancer screening and problem solving using mammography, ultrasound, and magnetic resonance imaging. *Ultrasound Q.* 2011;27:23-47.
 51. Dang PA, Freer PE, Humphrey KL, et al. Addition of tomosynthesis to conventional digital mammography: effect on image interpretation time of screening examinations. *Radiology.* 2014;270:49-56.
 52. Zuley ML, Bandos AI, Abrams GS, et al. Time to diagnosis and performance levels during repeat interpretations of digital breast tomosynthesis: preliminary observations. *Acad Radiol.* 2010;17:450-5.
 53. Spangler ML, Zuley ML, Sumkin JH, et al. Detection and classification of calcifications on digital breast tomosynthesis and 2D digital mammography: a comparison. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;196:320-4.
 54. Kopans D, Gavenonis S, Halpern E, et al. Calcifications in the breast and digital breast tomosynthesis. *Breast J.* 2011;17:638-44.
 55. ICRP. The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection. En: Valentin J, editor. *Annals of the ICRP.* Ontario: The International Commission on Radiological Protection; 2007.
 56. Feng SS, Sechopoulos I. Clinical digital breast tomosynthesis system: dosimetric characterization. *Radiology.* 2012;263:35-42.
 57. U.S. Food and Drug Administration. MQSA Facility Certification Extension Requirements. [internet]. s. f. [citado 2014 feb. 10]. Disponible en: <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/MammographyQualityStandardsActandProgram/FacilityCertificationandInspection/ucm114148.htm>

Correspondencia

Gloria Palazuelos
Fundación Santa Fe de Bogotá
Calle 119 No. 7-75
Bogotá, Colombia
palazuelosgloria@icloud.com

Recibido para evaluación: 27 de febrero de 2014
Aceptado para publicación: 29 de abril de 2014