



Pasado y presente de la radiología mamaria. Lo que el especialista no radiólogo debe saber

Carolina González-Vergara,* José Luis Ramírez-Arias†

Resumen

El objetivo primordial de este artículo es reforzar la práctica de la mastografía como el estándar de oro para la detección y el diagnóstico oportuno del cáncer de mama, analizando los principales hallazgos de sospecha y su clasificación, así como las indicaciones de la amplia gama de estudios de imagen con los que actualmente se cuenta para el complemento diagnóstico.

Palabras clave: Mastografía, enfermedades de la mama, detección de cáncer de mama, diagnóstico en cáncer de mama.

Summary

The primary objective of this article is to reinforce mammography as the gold standard for detection and early diagnosis of breast cancer, analyzing the main suspicious findings and their classification. The wide spectrum of imaging modalities with which we are able to integrate accurate diagnosis are described.

Key words: Mammography, Breast disease, Breast cancer detection, Breast cancer diagnosis.

INTRODUCCIÓN

La práctica de la radiología mamaria ha experimentado una drástica transformación a lo largo de los últimos años no únicamente en el campo de la tecnología, sino en todos los avances en materia de obtención de estudios, interpretación, procedimientos intervencionistas, controles de calidad y un sinnúmero de modificaciones a las normas internacionales y nacionales que marcan la pauta para la detección y diagnóstico oportuno de las enfermedades de la mama; por lo que, hoy en día, la enseñanza de la imagenología mamaria ha quedado ya establecida como una subespecialidad de la radiología.

Históricamente, la patología mamaria ha sido centro de atención en todas las culturas: desde las manifestaciones artísticas de la prehistoria representadas en el arte rupestre o mobiliar con las Venus, pasando por el archivo médico más remoto que proviene del antiguo Egipto, y data de unos 1600 años A.C., por la Grecia clásica, el periodo greco-romano, el medioevo y el renacimiento, hasta 1895 cuando quedó marcado el inicio de una era revolucionaria con el descubrimiento de los Rayos X.

Las primeras radiografías de mama datan de 1913 y fueron realizadas por Albert Salomon a especímenes de mastectomías, pero no es sino hasta 1930 cuando el Dr. Stafford L. Warren, radiólogo del *Memorial Hospital en Rochester, N.Y.*, reporta las primeras 119 mamografías *in vivo*.^{1,2}

Paulatinamente se fueron haciendo descubrimientos imagenológicos que aportaron las bases de lo que hoy aplicamos, como las diferencias radiológicas entre las lesiones benignas y malignas hechas por el Dr. Walter Vogel en 1931 y las características mamográficas dependientes del estatus hormonal publicadas en 1938 por Jacob Gershon-Cohen y Albert Strickler.^{1,3}

En la década de los años 60 se suscitó una fuerte difusión de la mamografía gracias a las publicaciones del Dr. Robert L. Egan^{1,4} y, posteriormente, a las del uruguayo Raúl Leborgne, quien reporta la presencia de microcalcificaciones en las neoplasias malignas y, derivado de este hallazgo, publica importantes modificaciones en las técnicas de obtención de estudios.^{5,6}

* Radióloga. Jefe de la División de Educación Médica.

† Radiólogo. Director Médico.

Hospital Ángeles Pedregal.

Correspondencia:

Dra. Carolina González-Vergara
Gelati 29-409, San Miguel Chapultepec, 11850, México, D.F.
Correo electrónico: carolinavilchis@hotmail.com

Aceptado: 30-08-2012.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actamedica>

Durante los años 1965 a 1975 se realizaron las mastografías con un tubo de rayos X energizado por un generador de bajo voltaje, registrándose con sistemas pantalla-película o con xerorradiografía, sistema en ese entonces utilizado por las fotocopiadoras, y cuya principal aportación fue una mejor visualización de las microcalcificaciones. Durante este tiempo, prácticamente todas las lesiones valoradas en los estudios eran palpables, y los avances en intervencionismo mamario no pasaron de realizar pneumocistografía por palpación, la cual consistía en inyectar aire posterior al drenaje de una lesión quística y tomar una nueva mamografía.⁷

Treinta años han pasado ya desde que el Dr. Ferris y el Dr. Kopans introdujeron la localización preoperatoria de lesiones mamarias (marcaje mamario), utilizando agujas que paulatinamente fueron cambiando su diseño para contar con puntas que permiten anclarse al tejido sospechoso. Este hecho generó un cambio radical en las biopsias escisionales, y lo podemos constatar, al paso de 10 años, con la difusión de las biopsias percutáneas guiadas por ultrasonografía para nódulos y distorsiones, por mastografía por estereotaxia para lesiones con calcio y por resonancia magnética.^{1,8} Estos métodos actualmente están vigentes y han permitido disminuir el número de biopsias abiertas, abatiendo los costos gracias a diversos dispositivos que permiten la obtención de muestras de grueso calibre; suficientes para un adecuado diagnóstico histopatológico que permita la toma de decisiones, con mínimas molestias para las pacientes, lo cual les permite una rápida reincorporación a sus actividades.

PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE CÁNCER DE MAMA

Los programas de tamizaje (*screening*) deben ser precedidos por programas de información y educación que permitan difundir el conocimiento de la enfermedad, así como de sus factores de riesgo cuya modificación en los que sea posible se podrá considerar como acto de prevención.

Factores de riesgo biológico y de historia reproductiva

- Sexo femenino
- Edad (a mayor edad mayor riesgo)
- Antecedentes familiares de cáncer de mama en línea directa
- Nuliparidad
- Primigesta mayor de 30 años de edad
- Terapia hormonal de reemplazo por más de cinco años
- Vida menstrual mayor de 40 años (menarca temprana - menopausia tardía)
- Cirugía previa de mama con resultado histopatológico de hiperplasia ductal o lobulillar atípica, cicatriz radial o carcinoma lobulillar *in situ*

- Cáncer de ovario
- Incremento en la densidad mamaria (recientemente puesto a discusión sobre su rol en el riesgo)
- Ser portadora de genes BRCA1 y BRCA2

Factores de riesgo ambientales relacionados con el estilo de vida

- Exposición a radiación ionizante (principalmente durante el desarrollo)
- Tratamiento de radioterapia en el tórax
- Alimentación rica en hidratos de carbono y baja en fibra
- Dieta rica en grasas
- Obesidad
- Vida sedentaria
- Consumo de alcohol mayor a 15 gr/día
- Tabaquismo

Debe concientizarse a la población de que el cáncer de mama es actualmente un problema creciente de salud pública en México y de la importancia de la detección oportuna, que permita realizar diagnóstico temprano, de lesiones clínicamente ocultas (lesiones no palpables) ya que una de las principales dificultades en nuestro país es el diagnóstico tardío.^{9,10}

En la actualidad, el cáncer de mama ocupa el primer lugar como causa de muerte por neoplasias malignas en mujeres de 25 años en adelante. La incidencia tiene variación geográfica; es la tasa más alta en países desarrollados, cuatro veces mayor que en México.

En la etapa de detección se debe continuar reforzando la autoexploración y el examen clínico. La mastografía se debe realizar a partir de los 40 años (NOM -041-SSA2-2011).¹¹

A pesar de las controversias sobre el costo-beneficio de la mamografía de tamizaje, la publicación de grandes series ha demostrado que los programas llevados de manera adecuada reiteran a la mamografía como el único método efectivamente probado capaz de reducir la mortalidad por cáncer de mama hasta en 30% en mujeres entre 40 y 74 años.¹⁰⁻¹⁴

MASTOGRAFÍA DE DETECCIÓN (TAMIZAJE)

Se considera estudio de tamizaje aquel que se efectúa para detectar de forma temprana el cáncer de mama en mujeres aparentemente sanas, asintomáticas, a partir de los 40 años. El escrutinio debe ser anual y requiere de un estricto control de calidad acorde con las *Guías Internacionales* publicadas por el Colegio Americano de Radiología, las cuales están actualmente contempladas en las Normas Oficiales Mexicanas.^{9,10,14,15} Se realiza con un "mastógrafo" que aplica compresión graduada sobre la mama y adquiere las imágenes utilizando baja dosis de

radiación. También se puede utilizar el sistema pantalla-película-revelado (mastografía analógica), el sistema de adquisición digital por medio de un detector integrado en el equipo (mastografía digital) o el sistema de detectores externos (mastografía digitalizada).

Las proyecciones convencionales son dos para cada mama: céfalo-caudal (CC) y medio-lateral-oblicua (MLO) (Figura 1).

MASTOGRAFÍA DIAGNÓSTICA

La realización del estudio inicia con la adquisición de imágenes convencionales, efectuando proyecciones adicionales que permitan la correcta evaluación de los hallazgos. Como ejemplo podemos incluir proyecciones extremas, laterales verdaderas, tomas con compresión puntual, magnificaciones, rotaciones y otro tipo de adquisiciones de imagen recientemente introducidas como la tomosíntesis. Ésta es una aplicación avanzada de mastografía digital con la que se obtienen múltiples imágenes mastográficas a baja dosis de radiación con diferentes angulaciones que delimitan mejor los bordes de las lesiones; con esta técnica se efectúan reconstrucciones, se evita la superposición de los tejidos y se utiliza menor compresión, por esto se considera un estudio

prometedor para incrementar la detección de cáncer mamario, sobre todo en las pacientes que son particularmente sensibles a la compresión o tienen mamas densas.¹⁶⁻¹⁸

La realización de una mastografía diagnóstica incluye una amplia gama de indicaciones, por ejemplo:

- Mujer joven con sospecha de cáncer de mama
- Estudio basal previo al inicio de terapia hormonal de reemplazo
- Estudio previo a cirugía estética de mama en mayores de 40 años
- Antecedentes familiares de cáncer de mama en primer grado (iniciar con estudio basal a los 30 o a los 10 años antes de la edad del diagnóstico familiar pero nunca antes de los 25 años)
- Mujeres con factores de riesgo alto
- Tamizaje anormal
- Antecedente personal de cáncer mamario
- Masa palpable
- Telorrea hemática
- Cambios en la piel
- Mastografías previas con mamas densas, asimetrías, distorsiones, microcalcificaciones o ectasias ductales asimétricas

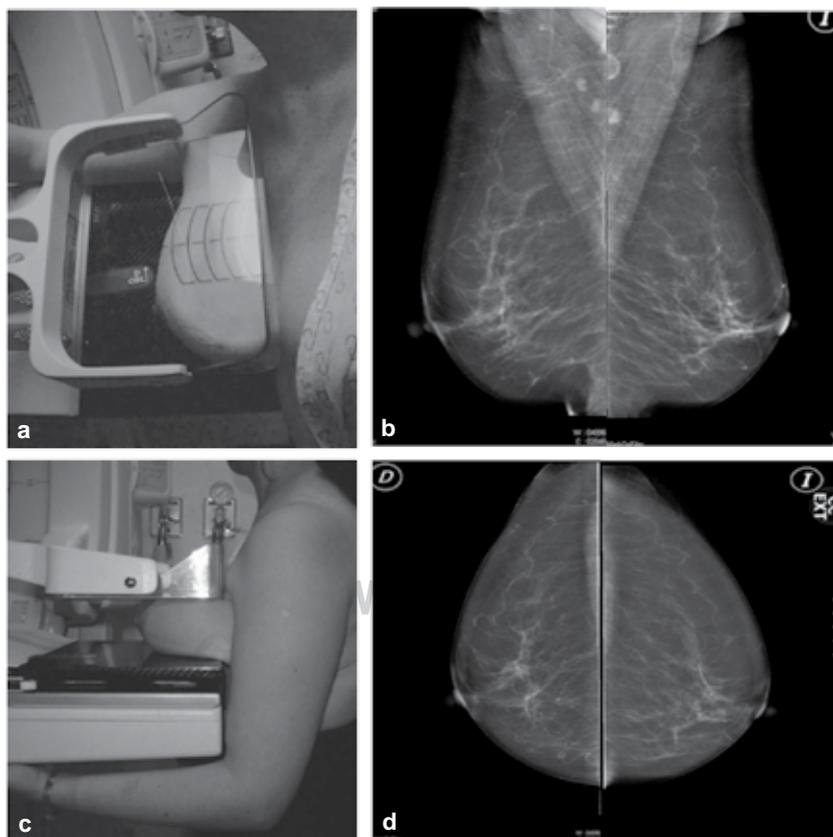


Figura 1. Colocación de la paciente y proyecciones mastográficas correspondientes. **a, b)** Medio-lateral-oblicua (MLO) **c,d)** Céfalo-caudal (CC).

Algunos de los hallazgos mastográficos más relevantes que nos harán sospechar malignidad son (Figuras 2 a 5):

- A) Masas de forma lobulada o irregular, con bordes ocultos, mal definidos o espiculados, de densidad elevada
- B) Calcificaciones amorfas o indistintas, en colonias, regionales, lineares ductales, con ramificaciones, puntiformes e irregulares, confluentes, heterogéneas, finas, pleomórficas, menores a 0.5 mm, de aparición *de novo*, con progresión en número o en extensión
- C) Distorsión de la arquitectura lineal, estelar, con retracción, asociada o no a masa, calcificaciones o asimetría
- D) Densidad asimétrica focal *de novo*
- E) Asimetría global
- F) Ectasia ductal asimétrica
- G) Engrosamiento de la piel asociado o no a masas o retracción
- H) Ganglios axilares anormales

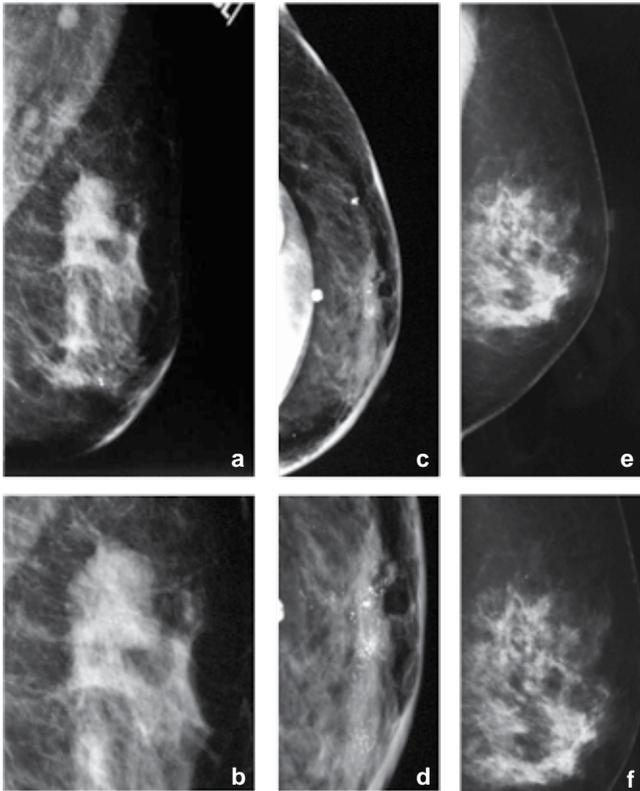


Figura 2. Datos mastográficos de malignidad. **a)** Masa de bordes irregulares, espiculados, mal definidos, con calcificaciones pleomórficas. **b)** Magnificación. Nótese retracción. **c)** Calcificaciones irregulares, de distribución regional heterogénea, confluentes, de tipo ductal. **d)** Magnificación. Nótese engrosamiento de la piel y pérdida del plano graso subcutáneo. **e)** Distorsión en la arquitectura glandular de tipo estelar. **f)** Magnificación.

El diagnóstico por imagen de la patología mamaria deberá ser realizado por un médico especialista en radiología con entrenamiento específico en radiología mamaria, con calificación agregada que haya sido otorgada por el Consejo de la Especialidad de acuerdo con lo que dictamina la Norma Oficial Mexicana NOM-041.8.1.2.2.¹¹

El reporte deberá efectuarse de acuerdo con lo establecido por el Colegio Americano de Radiología en la Clasificación BIRADS (*Breast Imaging Reporting and Data Systems, American College of Radiology*) existiendo actualmente una clasificación específica para mastografía, ultrasonido y resonancia magnética. Debe finalizarse siempre con las recomendaciones de acuerdo con los hallazgos según su clasificación (*Cuadro I*).¹⁹



Figura 3. Mastografías en MLO con asimetría BIRADS 5 **a)** Asimetría focal con engrosamiento en la piel, pérdida del plano graso y retracción. **b)** Asimetría global.

ESTUDIOS DE IMAGEN COMPLEMENTARIOS DE DIAGNÓSTICO

Ultrasonido mamario

Es un valioso estudio que complementa a la mastografía diagnóstica y que de ninguna manera debe utilizarse como método de tamizaje. Requiere equipos con transductores lineales de alta resolución idealmente entre 12 y 17 Mhz y la experiencia del explorador es vital para una adecuada valoración.²⁰

Las principales indicaciones para su realización incluyen:

- Mujeres jóvenes con sintomatología mamaria (menores de 35 años)
- Mamas densas en el estudio mastográfico (la densidad mamaria disminuye la sensibilidad diagnóstica mastográfica)
- Caracterización de un nódulo mastográfico para determinar su naturaleza sólida o líquida

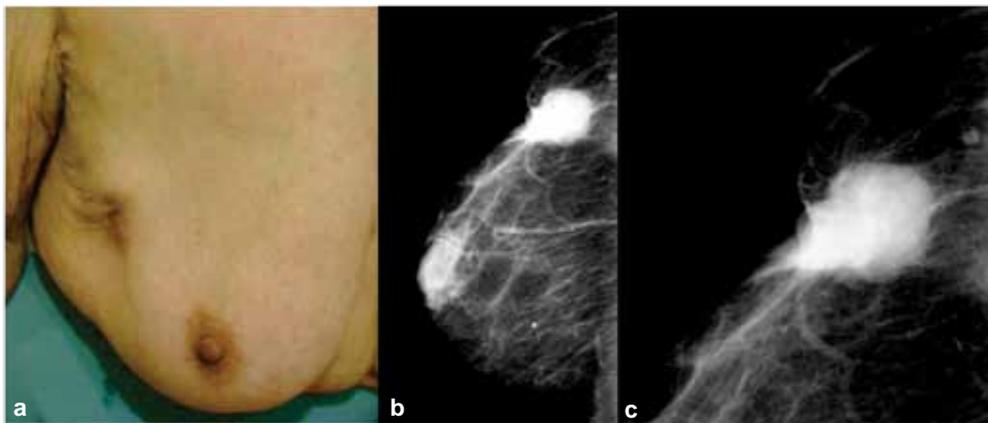


Figura 4. Correlación clínico-mastográfica que evidencia la neoplasia que condiciona retracción de piel. **a)** Mama derecha con área de retracción del CSE. **b)** Proyección mastográfica lateral. **c)** Magnificación

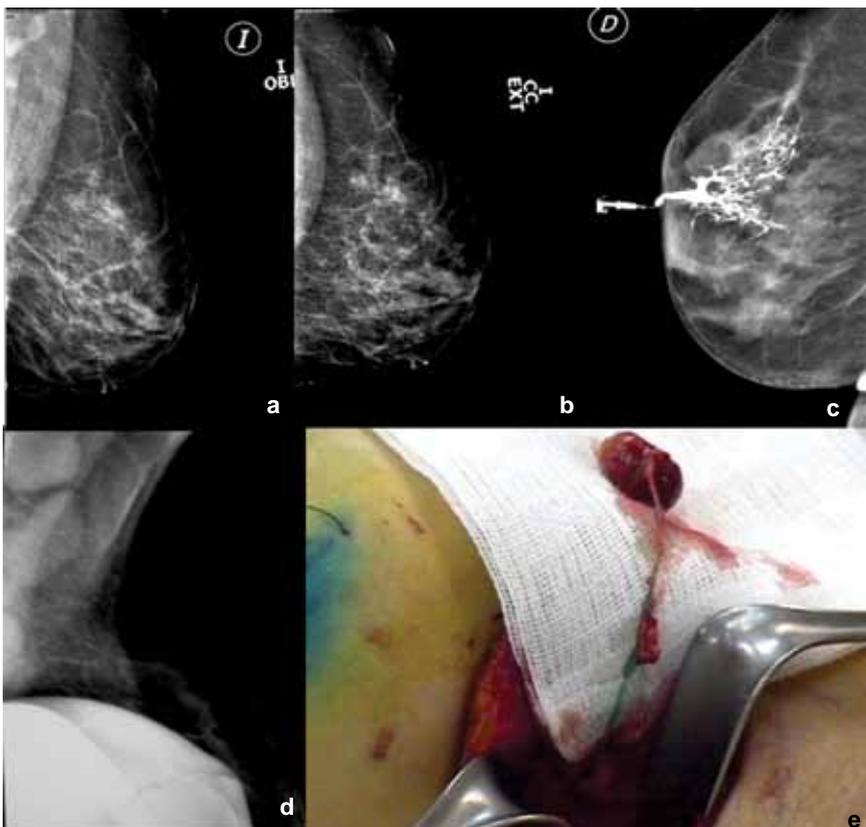


Figura 5. Mastografías con otros datos de sospecha de malignidad. **a,b)** Proyecciones MLO y CC que muestran ectasia ductal retroareolar. **c)** Galactografía con ectasia ductal, clínicamente con telorrea hemática. **d)** Adenopatías axilares de aspecto tumoral. **e)** Foto clínica de disección axilar con ganglio tumoral (cortesía del Dr. V. Marroquín T).

Cuadro I. Clasificación BIRADS de hallazgos mastográficos y recomendaciones de acuerdo con el Colegio Americano de Radiología.

Categoría BIRADS	Significado	Recomendaciones
0	El estudio es insuficiente para un adecuado diagnóstico	Se requiere evaluación con imágenes mastográficas adicionales o con otros estudios complementarios (US o RM). El estudio debe compararse con los previos
1	Estudio negativo	Mastografía anual
2	Hallazgos benignos	Mastografía anual
3	Hallazgos probablemente benignos. Menos del 2% de probabilidad de malignidad	Requiere seguimiento unilateral del lado afectado a los seis meses y hasta dos años. Puede extenderse hasta tres para evaluar estabilidad
4	Hallazgos sospechosos de malignidad 4A Baja sospecha 4B Sospecha moderada 4C Alta sospecha	Requiere biopsia
5	Hallazgos de malignidad	Requiere biopsia
6	Diagnóstico histopatológico de malignidad	Sin recomendación. En espera de tratamiento definitivo

- Masa palpable no visible por mastografía
- Procesos infecciosos y/o inflamatorios
- Evaluación de implantes mamarios y sus complicaciones
- Embarazo o lactancia asociado a sintomatología mamaria
- Guía para procedimientos intervencionistas (drenajes, biopsias y marcajes preoperatorios)

El estudio ultrasonográfico no está indicado para la evaluación de microcalcificaciones. Cabe señalar que las modalidades Doppler color o pulsado no tienen una utilidad real demostrable, a diferencia de la elastografía que permite evaluar la dureza de los tejidos.

Resonancia magnética

Estudio de alta especificidad complementario a mastografía y ultrasonido que no utiliza radiación ionizante y proporciona información morfológica y funcional. Se realizan diversas secuencias en diferentes planos de exploración y con la utilización de materiales de contraste endovenoso específicos, se puede graficar la perfusión, elaborando curvas de caracterización tisular gracias a la exploración dinámica.

Es posible realizar espectroscopia y cuantificar la presencia de una sustancia denominada colina, que representa un marcador de proliferación tisular.

Actualmente, está totalmente demostrada la utilidad de la resonancia magnética en pacientes con

cáncer de mama para evaluación de diseminación intraductal.^{10,21-23}

Otras indicaciones incluyen:

- Etapificación preoperatoria (extensión local, multifocalidad, multicentricidad, axila)
- Valoración postoperatoria (márgenes)
- Detección de recidiva tumoral en mama operada o irradiada
- Evaluación de la respuesta a tratamiento (monitoreo de quimioterapia neoadyuvante)
- Búsqueda de tumor primario oculto con metástasis axilares
- Pacientes con implantes mamarios, particularmente con sospecha de ruptura y otras complicaciones. Muy útil en pacientes postoperadas por cáncer para evaluar reconstrucción y recidivas
- Embarazo y sospecha de cáncer mamario
- Estudio complementario a mastografía y ultrasonido en mujeres con alto riesgo para cáncer hereditario

Tomografía por emisión de positrones y tomografía computada

La tomografía por emisión de positrones (PET) con inyección endovenosa de glucosa marcada (18-fluorodesoxiglucosa conocida como 18-FDG) posee la capacidad

de demostrar actividad metabólica tisular (sitios de alto consumo de glucosa), previo a la aparición de cambios anatómicos detectables con otros métodos diagnósticos. Tiene la limitante de la localización espacial; sin embargo, al fusionar los hallazgos con imágenes obtenidas por tomografía computada (CT), permite evaluar la localización exacta de las áreas hipermetabólicas. Esta correlación funcional y anatómica provee información que no podría ser obtenida con las exploraciones por separado, conformándose el estudio de PET/CT, el cual se ha convertido en una novedosa modalidad de imagen muy valiosa en el diagnóstico, etapificación, reetapificación y evaluación de la respuesta a tratamiento en pacientes con cáncer mamario.²⁴

Mastografía por emisión de positrones

Reciente modalidad de imagen que combina la tomografía por emisión de positrones y la mastografía, conformando un estudio de elevada resolución espacial, conocido como PEM por el uso de las siglas en inglés derivadas del concepto *positron emission mammography* que utiliza, al igual que PET/CT, 18-FDG para así evaluar la tasa de consumo de glucosa asociada a un detector específico de mamografía.

Los resultados de las investigaciones más recientes comparan PEM con resonancia magnética con resultados similares, en cuanto a la detección de enfermedad adicional en pacientes con cáncer mamario y lo han propuesto como estudio alternativo cuando no es posible realizar resonancia.²⁵

Ductografía

La evaluación del sistema ductal mamario generalmente incluye una combinación de mastografía, ultrasonografía y ductografía también conocida como galactografía, la cual consiste en introducir material de contraste hidrosoluble yodado no iónico al ducto en el que se sospecha patología. Posteriormente, se realizan proyecciones de mastografía en las que se podrán evaluar las ramificaciones. En condiciones habituales, los ductos de calibre normal no se visualizan en el estudio mastográfico.

La indicación principal es la presencia de telorrea hemática o la galactorrea espontánea de larga evolución, y el estudio tiene la finalidad de determinar la presencia de lesión intraductal.

Con ultrasonido de alta resolución se puede hacer una excelente evaluación ductal por lo que éste ha sustituido a la galactografía en la evaluación de enfermedad cercana al pezón, no obstante habrá casos en los que sea necesaria, y si ambos estudios son negativos, entonces será una indicación para complementar con resonancia magnética.²⁶

Biopsias dirigidas

Es indudable el papel preponderante de los métodos de imagen como guía para realizar procedimientos invasivos que incluyen básicamente biopsias dirigidas guiadas por ultrasonido o biopsias mastográficas por estereotaxia. En ambos casos, la finalidad es la obtención de tejido mamario con sospecha de malignidad, clasificado en BIRADS 4 o BIRADS 5 en estudios preliminares.

La utilización de agujas de corte tipo "Tru-cut" así como los dispositivos de corte-aspiración-succión de grueso calibre permiten la obtención de muestras suficientes para realizar un adecuado diagnóstico de histopatología y así evitar una cirugía, o bien planificarla adecuadamente dependiendo del resultado.

Biopsias dirigidas por resonancia magnética exclusivamente estarán indicadas en aquellas lesiones de sospecha que sean negativas a mastografía o ultrasonografía.

La colocación de arpones en lesiones no palpables con indicación de escisión quirúrgica también es un procedimiento cotidiano que localiza con precisión la zona sospechosa y permite limitar el área de resección.

CONCLUSIONES

Reforzar los programas de prevención y detección nacionales es, sin duda, el nivel de atención médica al que se requiere dar la mayor importancia para disminuir de manera global el número de muertes por cáncer de mama.

Es responsabilidad de la comunidad médica en general, fomentar las buenas prácticas para lograr que el estudio mastográfico se realice en tiempo, iniciando a la edad de 40 años, aun en ausencia de sintomatología, con una frecuencia anual de acuerdo con la recomendación del Colegio Americano de Radiología.

A pesar de las controversias que muchos países, durante largo tiempo, han llevado a mesas de discusión, la mastografía sigue siendo el único método que ha probado su efectividad en disminuir la mortalidad por cáncer de mama, y es el estudio de elección para la detección y el diagnóstico oportuno, sin dejar atrás el valioso e importante papel que juega el ultrasonido de alta resolución, el cual se ha convertido en una herramienta indispensable para complementarlo, pero de ninguna manera deberá utilizarse como estudio de escrutinio.

Deberá ser el equipo médico experimentado y responsable del manejo, quien elija la utilización de otros métodos de imagen, incluyendo los invasivos de diagnóstico que permitan la toma de decisiones.

Finalmente, cabe señalar que ningún estudio tendrá impacto en la reducción de la mortalidad, si no se cuenta con servicios y personal especializado para realizar la evaluación diagnóstica.

REFERENCIAS

1. Gold RH, Bassett LW, Widoff BE. Highlights from the history of mammography. *Radiographics* 1990; 10; 1111-1131.
2. Warren SL. Roentgenologic study of the breast. *AJR* 1930; 21:113-124.
3. Gerson-Cohen J, Strickler A. Roentgenologic examination of the normal breast: its evaluation in demonstrating early neoplastic changes. *AJR* 1938; 40: 189-201.
4. Egan R. *Mammography*. Chicago: Thomas; 1964; 3-16.
5. Leborgne R. Diagnosis of tumors of the breast by simple roentgenography. *AJR* 1951; 65:1-11.
6. Leborgne R. *The breast in roentgen diagnosis*. Montevideo, Uruguay: Impresora; 1953.
7. Sickles EA. Breast imaging: from 1965 to the present. *Radiology* 2000; 215: 1-16.
8. Liberman L. Us-guided core breast biopsy: use and cost effectiveness. *Radiology* 1998; 208: 717-723.
9. World Health Organization. Cancer. Breast cancer: prevention and control [Monografía en internet]. Available in: <http://www.who.int/cancer/detection/breastcancer/en/index3.html>
10. Cárdenas SJ, Erazo VA, Maafs ME, Poitevin CA (coordinadores). Consenso Nacional sobre el Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer Mamario. Cuarta Revisión. México: Masson Doyma; 2011. Disponible en: <http://www.fucam.org.mx/descargas/consenso-nacional.pdf>
11. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA2-2011. Para la prevención, diagnóstico y tratamiento de cáncer de mama. Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/documentos/4409/salud/salud.htm>
12. Jørgensen KJ, Keen JD, Gøtzsche PC. Is mammographic screening justifiable considering its substantial overdiagnosis rate and minor effect on mortality? *Radiology* 2011; 260: 621-627
13. Tabár L, Vitak B, Chen TH, Yen AM, Cohen A, Tot T et al. Swedish two-county trial: impact of mammographic screening on breast cancer mortality during 3 decades. *Radiology* 2011; 260: 658-663.
14. Kopans DB, Smith RA, Duffy SW. Mammographic screening and "overdiagnosis". *Radiology* 2011; 260: 616-620.
15. American College of Radiology (eds). *Mammography Quality Control Manual*. Virginia: American College of Radiology; 1999.
16. Jackson VP. Diagnostic mammography. *Radiol Clin North Am* 2000; 42: 853-870.
17. Park JM, Franken EA Jr, Garg M, Fajardo LL, Niklason LT. Breast tomosynthesis: present considerations and future applications. *Radiographics* 2007; 27: S231-S240.
18. Kontos D, Ikejimba LC, Bakic PR, Troxel AB, Conant EF, Maidment AD. Analysis of parenchymal texture with digital breast tomosynthesis: comparison with digital mammography and implications for cancer risk assessment. *Radiology* 2011; 261: 80-91.
19. D'Orsi CJ, Mendelson EB, Ikeda DM et al. Breast imaging reporting and data system: ACR BI-RADS—breast imaging atlas. 4ª ed. Reston, Va: American College of Radiology; 2003. Available in: <http://www.acr.org/Quality-Safety/Resources/BIRADS/Mammography>; <http://www.acr.org/Quality-Safety/Resources/BIRADS/Ultrasound>
20. Fine RE, Staren ED. Updates in breast ultrasound. *Surg Clin North Am* 2004; 84: 1001-1084.
21. Yeung DK, Yang WT, Tse GM. Breast cancer: in vivo proton MR spectroscopy in the characterization of histopathologic subtypes and preliminary observations in axillary node metastases. *Radiology* 2002; 225: 190-197.
22. Hata T, Takahashi H, Watanabe K, Takahashi M, Taguchi K, Itoh T, Todo S. Magnetic resonance imaging for preoperative evaluation of breast cancer: a comparative study with mammography and ultrasonography. *J Am Coll Surg* 2004; 198: 190-197.
23. Orel SG, Schnall MD. MR imaging of the breast for the detection, diagnosis, and staging of breast cancer. *Radiology* 2001; 220: 13-30.
24. Lim HS, Yoon W, Chung TW, Kim JK, Park JG, Kang HK et al. FDG PET/CT for the detection and evaluation of breast diseases: usefulness and limitations. *Radiographics* 2007; 27 (Suppl 1): S197-213.
25. Berg WA, Madsen KS, Schilling K, Tartar M, Pisano ED, Larsen LH et al. Breast cancer: comparative effectiveness of positron emission mammography and MR imaging in presurgical planning for the ipsilateral breast. *Radiology* 2011; 258: 59-72.
26. Ferris-James Diana et al. Imaging approaches to diagnosis and management of common ductal abnormalities. *Radiographics* 2012; 32: 1009-1030.