

El rol de la mamografía en el diagnóstico del cáncer de mama

The role of mammography in the diagnostic of breast cancer

Jorge Guerrero¹

RESUMEN

La mamografía es una herramienta radiológica que anualmente salva la vida de miles de mujeres alrededor del mundo al detectar el cáncer de mama en estadios tempranos y, aunque actualmente se ha despertado una controversia al postularse que la disminución de la mortalidad observada en los cohortes sometidos a despistajes con mamografía se debe a los nuevos tipos de tratamiento, existe en la literatura una gran cantidad de datos, incluyendo cohortes de cientos de miles de pacientes, que apoyan el uso de la mamografía como método seguro, costo efectivo de despistaje de cáncer de mama y con gran impacto en la disminución de la mortalidad de esta enfermedad.

Palabras clave: *Cáncer de mama; Mamografía; Densidad mamaria; Despistaje de cáncer.*

ABSTRACT

The mammogram is a radiology tool that annually saves the lives of thousands of women around the world by detecting breast cancer in early stages, and although it currently has sparked controversy when it was proposed that the diminishing of observed mortality on cohorts submitted to screening with the mammogram, due to new types of treatments; there exists evidence with enough data, including cohorts of hundreds of thousands of patients that support the use of the mammogram as a secure method, cost-effective breast cancer screening and a big impact in diminishing the illness's mortality.

Key words: *Breast cancer; Mammography; Breast density; Cancer screening.*

Afiliación:

1, Oncosalud.

Autor para correspondencia:

Jorge Guerrero

Oncosalud

Av. Guardia Civil 571, San Borja.

Lima 41 – Perú

Email: Jorge.Guerrero@oncosalud.com.pe

INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama en el Perú tiene una incidencia anual de 34 casos nuevos por cada 100 000 mujeres. Esta incidencia se incrementa con la edad. Sobre los 40-49 años, es de 60 casos por cada 100 000 mujeres y sobre los 50 años, es más de 100 casos por cada 100 000.¹ Debido a la alta incidencia de esta neoplasia, se ha despertado el interés por la búsqueda de herramientas de detección temprana y factores que puedan relacionarse con un riesgo incrementado, como por ejemplo, el modelo de Gail, que usa la información de variables como edad, edad de menarquía, raza/etnicidad, entre otros datos clínicos para estimar riesgos², mientras que la mamografía ha surgido como una herramienta estándar para la detección temprana del cáncer de mama, estimándose que reduce su mortalidad entre un 29% - 44% en las poblaciones sometidas a despistajes anuales.^{3,4,5}

La mamografía es un estudio radiológico que

consiste en obtener imágenes de la estructura de las mamas mediante su exposición a dosis bajas de rayos X. El resultado son 2 imágenes de cada glándula mamaria, una en posición frontal y la otra en oblicuo lateral. Las imágenes obtenidas sirven para estudiar la anatomía de las mamas y detectar en ellas alteraciones, las cuales pueden tener diversos tamaños y estructuras (**ver figuras**).

El uso de las mamografías en los despistajes de cáncer de mama permiten realizar un diagnóstico temprano de la enfermedad, de esta forma, las pacientes podrán ser sometidas a tratamientos quirúrgicos no mutilantes y además, tendrán más oportunidades de curación.

EVOLUCIÓN DE LA MAMOGRAFÍA

La historia de la mamografía bien puede dividirse en tres periodos. El primero empieza en 1913, con los trabajos de Albert Solomon, quién realizó estudios radiográficos con piezas quirúrgicas, trabajo a partir

del cual se sentaron las bases de la mamografía moderna, hasta convertirse en la actualidad, en el mejor método de detección del cáncer de mama.⁶

El primer periodo se extiende hasta 1940. El segundo periodo se extiende desde 1940 hasta 1970, durante este tiempo, se perfeccionan las técnicas radiográficas y se proponen diversas recomendaciones con la finalidad de mejorar la imagen radiológica; el uruguayo Raúl Leborgne propone comprimir la mama para mejorar la calidad de las imágenes obtenidas.^{7,8} También, surge el nombre de Charlie Gross quién implementa novedades tecnológicas llegando a desarrollar el "senógrafo CGR" junto a la empresa francesa *Compagnie Generale de Radiographie*.

Luego de 1970, la mamografía se convierte en la técnica más apropiada para el despistaje del cáncer

de mama; y en 1999, la mamografía digital es aprobada por la FDA.⁹ En la **tabla 1** se presentan eventos relevantes, así como personajes involucrados en la evolución de la mamografía.

LA MAMOGRAFÍA Y LOS RIESGOS DE CÁNCER INDUCIDOS POR RADIACIÓN

Hay un pensamiento muy difundido de que el uso de rayos X para obtener imágenes médicas conlleva hacia algunos riesgos para los pacientes y que, por la interacción biológica con los tejidos, las radiaciones podrían producir alteraciones celulares que incluyen muerte celular, daños al material genético, mutaciones, teratogénesis y desarrollo de neoplasias. Todos estos riesgos pueden ser reales pero solo si utilizan altas dosis y tiempos prolongados de exposición a la radiación.

Tabla 01. Eventos en la historia de la mamografía.

Año	Personaje (Nacionalidad)	Suceso
1895	William Roentgen (Alemania)	Descubrimiento de los rayos X.
1913	Albert Solomon (Alemania)	Usa una máquina de rayos X convencional para estudiar tumores de mama en mas de 3000 piezas operatorias.
1920	Otto Kleinschmidt	Reporta el uso de la mamografía como herramienta de ayuda diagnóstica.
1930	Stafford Warren (EEUU)	Desarrollo de un sistema estereoscópico para la identificación del tumor.
1931	José Goyanes (España)	Describen las características de la mama normal y distinguen lesiones inflamatorias de las neoplásicas.
1931	Paul Seabold (EEUU)	Se reporta la apariencia mamográfica de mamas normales en diferentes estados fisiológicos desde la pubertad hasta la menopausia, incluyendo los cambios durante el ciclo menstrual.
1932	Walter Vogel (Alemania)	Se propone clasificaciones radiográfica de lesiones benignas y se discute su diagnóstico diferencial de los carcinomas.
1949	Raul Leborgne (Uruguay)	Se identifican micro calcificaciones en el 30% de los cánceres de mama. Se propone la necesidad de comprimir las mamas para identificar calcificaciones.
1956	Robert Egan (EEUU)	Mejoramiento de la técnica de alto miliampraje, bajo kilovoltaje, uso de films para mamografias, mejorándose la calidad de las imágenes.
1960	Charles Gross (Francia)	El "senógrafo CGR" es comercialmente disponible
1963	Programa de Control de Cáncer (EEUU)	Se reconoce y avala la utilidad de la mamografía en el diagnóstico de cáncer de mama.
1963	Philip Strax et al. (EEUU)	Bajo el auspicio del <i>Health Insurance Plan</i> , se desarrolla el primer ensayo clínico randomizado de despistajes periódico con examen físico más mamografía para determinar si reduce la mortalidad del cáncer de mama.
1969	Charles Gross (Francia)	Se desarrolla el "senógrafo CGR" con ánodo de molibdeno que produce radiación de baja energía, lo que da un mejor contraste a las estructuras de la glándula mamaria.
1999	<i>Food & Drug Administration</i> (EEUU)	Aprobación del mamógrafo digital.
2001	Lewin (EEUU) et al.	Se demuestra en un gran grupo de pacientes que no existen diferencias entre las tasas de detección de cáncer entre la mamografía digital y la convencional.

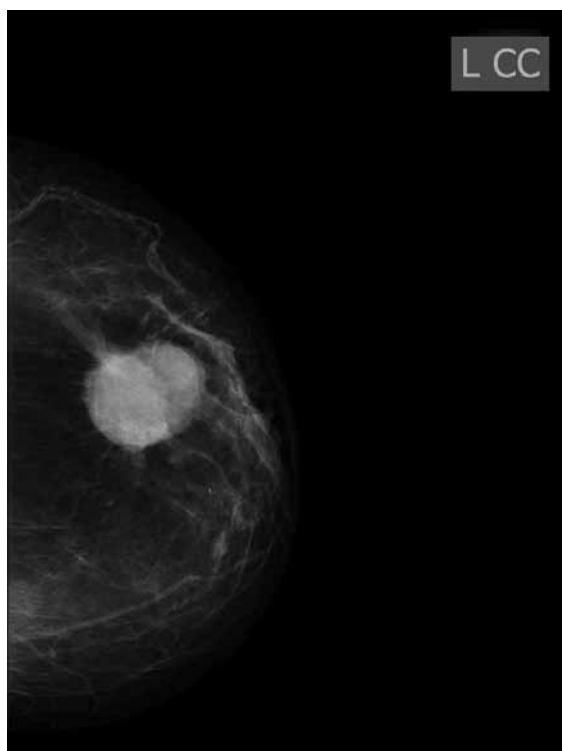


Figura 1. Mamografía en proyección medio lateral oblicua mostrando una lesión nodular con algunos bordes espiculados por lo que es sospechosa de malignidad.



Figura 2. Mamografía en proyección medio lateral oblicua mostrando una lesión maligna avanzada de la mama derecha con retracción del pezón.

Actualmente todos los métodos radiológicos de diagnóstico por imágenes que utilizan rayos X lo hacen a dosis muy por debajo de aquellas que podrían causar el más mínimo daño celular.^{10,11}

Existen algunos autores que atribuyen un porcentaje de casos de cáncer de mama a la radiación producida por la mamografía. **Yaffe y Mainprize (2011)**, predijeron que en un cohorte de 100 000 mujeres (desde los 40-50 años hasta los 74), sometidas a despistajes anuales de cáncer de mama con una dosis de 3.5 mGy, 86 mujeres desarrollarían cáncer debido a la radiación y que se registrarían 11 muertes por cáncer de mama inducido por radiación¹². Aunque el modelo de exceso de riesgo absoluto propuesto por estos autores muestre cierto riesgo al ser expuesto a la radiación, se necesitan varios estudios prospectivos que respalden esta postura.

La dosis de radiación que reciben los tejidos durante una mamografía es en realidad muy baja. En una simulación realizada usando complejos modelos matemáticos para determinar prospectivamente la dosis de radiación hacia los órganos producida por una mamografía estándar, se observó que la dosis

de radiación que reciben los órganos y tejidos del cuerpo que están fuera del campo de radiación es del 2.5% de la dosis que reciben las glándulas mamarias, variando de acuerdo al órgano, donde la tasa de exposición al útero o a un feto al tercer trimestre es $<10^{-5}$ de la dosis glandular.¹³

La tecnología de los métodos mamográficos, al igual que otros métodos de radiodiagnóstico, ha mejorado. Actualmente los mamógrafos cuentan con ánodos giratorios de Molibdeno, filtros de Molibdeno y Rhodio, focos finos de 0,1 y 0,3 mm todo esto permite una emisión de rayos X de baja energía. Por otro lado las películas actuales son de grano fino y elevada densidad, para obtener imágenes de alta resolución. Los equipos cuentan con pantallas reforzadoras, y las películas son ultrasensibles a la luz y radiación para obtener imágenes adecuadas en el menor tiempo y reducir así la dosis y el tiempo de exposición a los rayos X. Los mamógrafos digitales usan detectores electrónicos fosforescentes o de selenio.¹⁴

Todos los mamógrafos cuentan con células fotosensibles que calculan la dosis de exposición para obtener una imagen perfecta y no repetir la toma.

Todos estos avances tecnológicos han permitido bajar la dosis efectiva de radiación a valores tan bajos como de 0.4 mSv; es decir, que en una mamografía la paciente absorbe radiación equivalente a la radiación que recibe del sol al caminar por las calles aproximadamente 6 a 7 semanas.

Para nuestro conocimiento la dosis efectiva para rayos X considerada permitida por la Comisión Internacional de Protección Radiológica, con fines de diagnóstico, como la de una mamografía, es hasta de 20 mSv al año.¹⁵ De esto se deduce claramente que la mamografía no es peligrosa y que se puede realizar cuando la paciente lo requiera, si fuera necesario más de una vez al año; inclusive, si la paciente es menor de 40 años.

LA MAMOGRAFÍA EN LOS PROGRAMAS DE DESPISTAJE

Más de un millón de mujeres mueren por cáncer de mama cada año¹, por lo que el cáncer de mama es un problema de salud pública. Diversos sistemas de salud a nivel mundial han decidido invertir millones de dólares para implementar programas de

despistaje con la esperanza de reducir la mortalidad por esta enfermedad.

La mamografía ha sido incluida dentro de los programas de despistaje de cáncer de mama como un método que ha mostrado costo-beneficio. En un estudio que involucró más de 130 000 mujeres y con 29 años de seguimiento, los programas de despistaje basados en mamografía mostraron una reducción altamente significativa en la mortalidad por esta neoplasia (riesgo relativo de 0.69, $P < 0.0001$).¹⁶

Es común, también, pensar que muchas mujeres jóvenes tienen mamas densas, y que la elevada densidad de la mama puede enmascarar las lesiones tempranas en un estudio mamográfico, algunas veces esto es cierto; sin embargo, la experiencia nos ha demostrado que muchas mujeres jóvenes tienen mamas con densidad normal y hasta baja, ya que la densidad de la mama depende de la cantidad de tejido glandular, ductal y conectivo, y no de la edad de la paciente. La mama tiene también abundante tejido graso que rodea y separa las estructuras glandulares lo que permite individualizarlas.

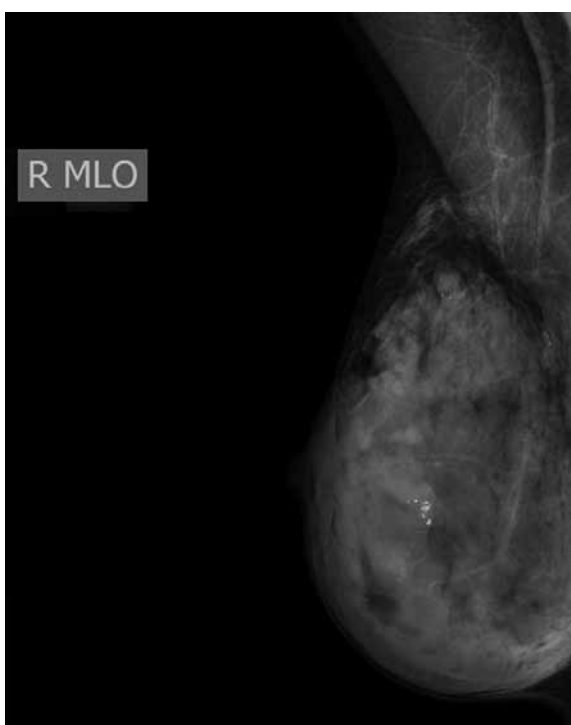


Figura 3. Mamografía en proyección medio lateral oblicua de la mama derecha que muestra tejido glandular denso y una lesión nodular con calcificaciones agrupadas sospechosas de malignidad.



Figura 4. Mamografía en proyección medio lateral oblicua de la mama derecha que muestra una lesión nodular con grupo de calcificaciones típicas de proceso neofornativo maligno.

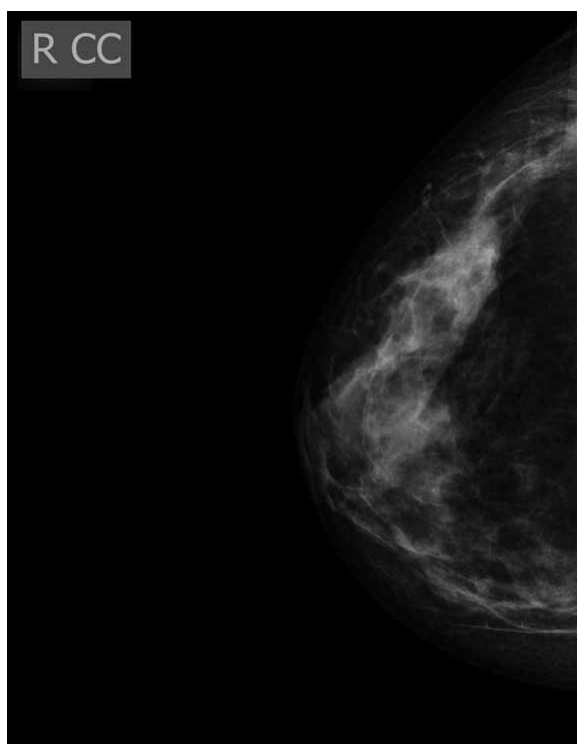


Figura 5. Mamografía en proyección cráneo caudal muestra una mama de caracteres radiológicos normales.

La experiencia nos ha enseñado que la constitución glandular de las mamas, así como su volumen, no dependen de la edad y que muchas mujeres jóvenes no tienen mamas densas aun cuando sean voluminosas, y que sus mamografías son perfectamente adecuadas para un buen estudio diagnóstico.

En la siguiente sección, se describen las recomendaciones para las mamografías; sin embargo, estas recomendaciones son aplicables para programas de despistajes y de ninguna manera para aquellas personas que de forma individual desean hacerse un despistaje de cáncer de mama, ya que la mamografía es el mejor método por imágenes para el diagnóstico temprano de esta neoplasia. Es decir que, cuando deseamos hacer un despistaje de cáncer temprano de mama, se debe indicar una mamografía, así la paciente tenga 30 años.

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LA MAMOGRAFÍA

En la actualidad, la recomendación de entidades como la *American Cancer Society*, la *National Comprehensive Cancer Network*, el *National Cancer Institute* de los estados Unidos, entre otros, para realizar programas de detección temprana del cáncer de mama, es realizar mamografía cada año a partir de los 40 años. Sin embargo, existen reportes que describen resultados semejantes

cuando se realizan controles mamográficos anuales comparados con controles cada 2 años o cada 3 años, sin encontrarse mayores diferencias en la incidencia o mortalidad del cáncer de mama.^{17,18} La *United States Preventive Services Task Force* recomienda mamografías cada dos años para las mujeres desde los 50 hasta los 74 años.¹⁹ A pesar de lo sugerido en los reportes antes descritos, si las mamografías se realizan cada 2 ó 3 años, se corre una probabilidad incrementada de detectar cánceres en estadios más avanzados y, aunque quizá no existan diferencias en la incidencia, así como en la mortalidad del cáncer de mama (tal vez por mejoras en el tratamiento adyuvante), podrían existir diferencias en el número de tumorectomías vs. mastectomías, o en algunas características de la enfermedad.

En el Perú, la Coalición Multisectorial “Perú contra el Cáncer” y el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, en la norma técnico oncológica para la prevención, detección y diagnóstico temprano del cáncer de mama a nivel nacional, publicada en el año 2008, recomiendan una mamografía bilateral anual a partir de los 40 años, describiendo que la ecografía de la mama es un examen complementario y que no reemplaza a la mamografía.²⁰ En la **tabla 2**, se observan las recomendaciones de algunas instituciones a nivel mundial.

Reconocida las ventajas de la mamografía en la detección temprana, las mujeres de bajo riesgo deberían iniciar su despistaje a partir de los 30 años con una mamografía de base. De ser normal, seguiría con controles cada 3 años hasta los 40 y luego cada año. Si fuera anormal o dudosa, se debe complementar el estudio con ecografía, y de ser necesario, con una resonancia magnética. Las mujeres con alto riesgo deberían iniciar su despistaje a los 30 años con una mamografía basal y complementarla con una ecografía cada año.

En las pacientes de riesgo, como aquellas que tienen familiares con cáncer de mama, las que toman hormonas de reemplazo, o a las que por alguna otra razón, presenten un riesgo incrementado, se debería indicar un estudio mamográfico de inicio a los 30 ó 35 años, y hacerles mamografías bianuales hasta los 40 años, y luego, una vez por año.

SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD

Si bien es cierto que la mamografía es la mejor evaluación radiológica para la detección temprana del cáncer de mama, no significa que sea un método infalible pues, como todo método radiológico tiene posibilidades de error; es decir, de diagnósticos falsos negativos y falsos positivos.

La sensibilidad de la mamografía puede ser variable, ya que depende del método de evaluación;

Tabla 02. Recomendaciones para el uso de la mamografía para el despistaje del cáncer de mama.

Organización	Año	Recomendaciones para el uso de la mamografía	
		Edades	Frecuencia
American Cancer Society	2010	≥40	Cada año
National Comprehensive Cancer Network	2011	≥40	Cada año
National Cancer Institute	2010	≥40	Cada 1-2 años
American College of Radiology	2008	≥40	Cada año
U.S. Preventive Services Task Force	2009	50-74	Cada 2 años (para edades entre 40-49 y ≥75, bianual, individualizado)
Coalición Multisectorial "Perú Contra el Cáncer"	2008	≥40	Cada año

es decir, puede depender de factores técnicos, por ejemplo, si se realiza con un equipo analógico o digital, si se evalúa una población en general o sólo después de los 50 años, si se incluye sólo la mamografía inicial o los estudios anuales, o si se hace sólo en mujeres con tratamiento de reemplazo hormonal.

Un estudio que evaluó el efecto de observar los cambios cuando se comparan mamografías previas, determinó que la sensibilidad fue del 78,9% para el grupo de comparación mamografías versus el 87,4% del grupo sin comparación, y con unas especificidad del 93,5% comparado al 85,7% de los mismos grupos, respectivamente. Se observó en el grupo de comparación, que cuando no habían cambios con respecto a las mamografías previas, la sensibilidad era baja y la especificidad alta (43,5% y 98,1%, respectivamente), y cuando habían cambios la sensibilidad era alta y la especificidad baja (96,6 y 60,4%, respectivamente).²¹

Es mundialmente aceptada la alta sensibilidad y especificidad de la mamografía para detección del cáncer temprano de la mama, lo que la convierte en el método de elección (*gold standard*), y como, además, tiene bajo costo, gran disponibilidad, fácil acceso a la población, no es invasiva, no causa daño; es también considerada la herramienta de elección para realizar programas poblacionales de despistaje de cáncer de mama. Un estudio realizado en 377 mamografías en un estudio multiinstitucional, mostró que la sensibilidad sin ayuda de la computadora es del 75,4%, y que esta aumenta al 91,4% con la ayuda de la computadoras.²²

Existe información que indica que la sensibilidad de la mamografía puede variar con la edad.

En un estudio que evaluó 389 533 mujeres de 7 registros de cáncer, mostró que la sensibilidad de la mamografía para pacientes sin historia familiar de cáncer es del 69,5% para el grupo entre 30-39 años de edad, del 77,5% para el grupo 40-49 años, del 80,2% para el grupo 50-59 años y 87,7% para el grupo entre 60-69 años de edad.²³

MAMOGRAFÍA DIGITAL

Es un sistema de obtener imágenes de la mama en el que la película radiográfica ha sido reemplazada por detectores de radiación en estado sólido, que transforman los rayos X en señales eléctricas. Estos detectores son sustancias fosforescentes que en contacto con los rayos X liberan electrones y se vuelven inestables guardando una imagen potencial de la mama, cuando los electrones son estimulados vuelven a sus órbitas y liberan energía en forma de luz, la cual es transformada a impulsos eléctricos de diversa intensidad por unos detectores de luminosidad y luego convertidos, por una computadora, en una imagen digital (binaria), la que después es transformada a puntos luminosos, con una gamma de tonos de grises desde el negro puro hasta el blanco puro, y que finalmente, se nos muestra en un monitor de alta resolución, el cual debe ser mínimo de 5 megapíxeles.¹⁴

La mamografía digital tiene algunas ventajas sobre la mamografía convencional; sin embargo, una buena mamografía convencional (con placas) tiene la misma resolución que la mamografía digital. Hay estudios que sugieren una sensibilidad más alta para los métodos digitales. La sensibilidad de la mamografía digital de campo completo sobre la mamografía convencional en pacientes menores de 50 años, fue significativamente mayor en un cohorte de

Tabla 03. Ventajas técnicas de la mamografía digital comparada con la mamografía convencional.

VENTAJAS TÉCNICAS
No requiere repetición de tomas, pues la imagen obtenida se puede mejorar digitalmente, lo que disminuye la posibilidad de irradiar más a la paciente.
No se usan placas radiográficas, lo que evita gastos en sustancias químicas reveladoras y fijadoras que contaminan el ambiente (ventaja ecológica).
La imagen digital permite su transmisión vía internet, y pueden ser vistas en segundos en la computadora del médico tratante, o revisada por algún especialista en un lugar distante.
La imagen puede ser impresa en papel o en placa y guardada en CD, DVD, flash disk, disco duro etc.; y almacenada en computadoras especiales PACS, que permitan ser consultadas en cualquier momento y por muchos años. Esto elimina grandes archivos de placas en centros de detección, clínicas y hospitales.
La imagen almacenada no se deteriora y puede ser consultada como comparación cada vez que la paciente se toma su nueva mamografía.
La imagen puede magnificarse sin perder resolución, con lo que se eliminan las lupas, negatoscopios especiales y otros accesorios.
La adquisición de imágenes es rápida y, al no existir tiempos de revelado, se pueden realizar muchos exámenes en menos tiempo, lo que significa atención a mayor número de pacientes.

14 946 despistajes (5010 mamografías digitales y 9936 convencionales). Las tasas de detección global fueron 6,4 casos por 1000 despistajes para la mamografía digital comparado a 2,8 por 1000 con la mamografía convencional ($P < 0.001$). En las mujeres menores de 50 años, se detectaron 4,3 casos por 1000, mientras que la mamografía convencional detectó 1,4 casos por 1000 despistajes.²⁴

CONTRAINDICACIONES

No existen contraindicaciones para realizar una mamografía. Podrían existir inconvenientes temporales para realizar la compresión de las mamas como infecciones en la piel, heridas por cirugía reciente o un cuadro agudo de mastitis; sin embargo, resuelto el cuadro agudo, se puede realizar el examen.

El examen mamográfico requiere cierta compresión de la mama para disociar los tejidos; con la compresión se separan las estructuras más pequeñas de la glándula para que no se superpongan unas a otras y poder hacer un estudio más detallado. La compresión de la mama es necesaria y puede producir cierto dolor en algunas pacientes. La compresión de la mama debe realizarse hasta que la paciente lo tolere. El dolor, definitivamente, no debe ser un impedimento para no realizar el examen.

La presencia de prótesis mamaria no es un inconveniente para realizar el examen y tampoco para hacer una adecuada interpretación diagnóstica porque ellas se colocan detrás de la glándula o del músculo pectoral y no se superponen al tejido mamario, de esa forma no interfieren con el estudio. Al no ser comprimidas las prótesis no hay riesgo de que se rompan durante el examen.

AVANCES DE ACTUALIDAD

En los últimos años se están sumando avances tecnológicos con la finalidad de mejorar la sensibilidad y especificidad de la mamografía en la detección del cáncer de mama, por lo que se están desarrollando e introduciendo sistemas de ayuda al diagnóstico (CAD), que son programas de computadora diseñados para detectar opacidades o microcalcificaciones anormales en una mamografía; sin embargo, aún no se ha demostrado concluyentemente su eficiencia y su aplicación aún no se ha difundido.

Adicionalmente, han surgido otras alternativas a las técnicas rutinarias y que, adicionalmente, han traído consigo nuevos desafíos. Desde hace poco tiempo existen equipos digitales que realizan estudios tomográficos de las mamas, a los que se les denomina *Tomosíntesis*, los cuales son mamógrafos especiales que en vez de tomar 2 imágenes de cada mama. Su tubo de rayos X gira aproximadamente 15 grados alrededor de este órgano, obteniendo varias imágenes desde diferentes ángulos, para de esa forma, observar una misma estructura de la mama desde diferentes perspectivas, para discriminar mejor las estructuras patológicas de las normales. Definitivamente, tiene como ventaja contar con múltiples vistas de cada mama, lo que puede dar mayor seguridad diagnóstica frente a una imagen sospechosa; pero aún no está demostrado un mayor diagnóstico en la detección en comparación con los otros métodos.^{25,26}

Sus desventajas aún son su elevado precio, pobre visualización de micro calcificaciones y que implica una mayor exposición a rayos X que una mamografía convencional o digital.

CONCLUSIONES

La mamografía es una técnica segura, de alta sensibilidad y buena especificidad para la detección temprana de tumores de mama. Actualmente hay mucha información disponible y diferentes niveles de evidencia clínica que sustentan las recomendaciones para el empleo de la mamografía en programas de despistaje masivo, mientras se espera que se mejoren o surjan nuevas técnicas que incrementen aún más la sensibilidad y especificidad de este método radiográfico que salva la vida anualmente a miles de mujeres alrededor del mundo.

REFERENCIAS

1. Ferlay J, Shin HR, Bray F, et al. GLOBOCAN 2008 v1.2, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase No. 10 [Internet]. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2010. Disponible en: <http://globocan.iarc.fr>, Acceso el 05/oct/2011.
2. Gail MH, Brinton LA, Byar DP, et al. Projecting individualized probabilities of developing breast cancer for white females who are being examined annually. *J Natl Cancer Inst* 1989;81:1879-86.
3. Bjurstam N, Björnelid L, Duffy SW, et al. The Gothenburg Breast Cancer Screening Trial: preliminary results on breast cancer mortality for women aged 39-49. *J Natl Cancer Inst Monogr*. 1997:53-5.
4. Andersson I, Janzon L. Reduced breast cancer mortality in women under 50: update from the Malmö Mammographic Screening Program. *J Natl Cancer Inst Monogr*. 1997:63-7
5. Hendrick RE, Smith RA, Rutledge JH III, et al. Benefit of screening mammography in women ages 40-49: a new meta-analysis of randomized controlled trials. *J Natl Cancer Inst Monogr*. 1997:87-92.
6. Salomon A: Beitrage zur Pathologie und Klinik der Mammacarcinome. *Arch Klin Chir* 1913; 101:573-668.
7. Leborgne R. Diagnosis of tumors of the breast by simple noentgenography. *AJR* 1951; 65:1-11.
8. Leborgne R.: The breast in roentgen diagnosis. Impresora Uruguay, Montevideo 1953.
9. Van Steen A, Van Tigeelen. Short history of mammography: a belgian perspective. *Jbr-btr*, 2007, 90: 151-153.
10. Eugene C. Radiation Risk From Medical Imaging. *Mayo Clin Proc*. 2010 85:1142-1146.
11. Verdun F R. Radiation Risk. What You Should Know to Tell Your Patient. *Radiographics* 2008; 28:1807-1816.
12. Yaffe MJ, Mainprize JG. Risk of radiation-induced breast cancer from mammographic screening. *Radiology*. 2011;258:98-105.
13. Körner M, Weber CH, Wirth S, Pfeifer KJ, Reiser MF, Treitl M. Advances in digital radiography: physical principles and system overview. *Radiographics*. 2007;27:675-86.
14. ICRP. Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. ICRP 1991, Publicación 62.
15. Tabár L, Vitak B, Chen TH, et al. Swedish two-county trial: impact of mammographic screening on breast cancer mortality during 3 decades. *Radiology*. 2011;260:658-63.
16. White E, Miglioretti DL, Yankaskas BC, Geller BM, Rosenberg RD, Kerlikowske K, Saba L, Vacek PM, Carney PA, Buist DS, Oestreicher N, Barlow W, Ballard-Barbash R, Taplin SH. Biennial versus annual mammography and the risk of late-stage breast cancer. *J Natl Cancer Inst*. 2004;96:1832-9.
17. Parvinen I, Chiu S, Pykkänen L, Klemi P, Immonen-Räihä P, Kauhava L, Malila N, Hakama M. Effects of annual vs triennial mammography interval on breast cancer incidence and mortality in ages 40-49 in Finland. *Br J Cancer* 2011;105:1388-91.
18. U.S. Preventive Services Task Force. Screening for breast cancer: U.S. Preventive Services Task Force recommendation statement. *Ann Intern Med* 2009; 151:716-726.
19. Coalición Multisectorial "Perú Contra el Cáncer. Norma técnico oncológica para la prevención, detección y diagnóstico temprano del cáncer de mama a nivel nacional. <http://www.perucontraelcancer.com/documentos.html>. Acceso el 20 de octubre de 2011.
20. Yankaskas BC, May RC, Matuszewski J, Bowling JM, Jarman MP, Schroeder BF. Effect of Observing Change from Comparison Mammograms on Performance of Screening Mammography in a Large Community-based Population. *Radiology* 2011;261:762-70.
21. Brem RF, Baum J, Lechner M, Kaplan S, Souders S, Naul LG, Hoffmeister J. Improvement in sensitivity of screening mammography with computer-aided detection: a multiinstitutional trial. *AJR Am J Roentgenol* 2003;181:687-93.
22. Kerlikowske K, Carney PA, Geller B, Mandelson MT, Taplin SH, Malvin K, Ernster V, Urban N, Cutter G, Rosenberg R, Ballard-Barbash R. Performance of screening mammography among women with and without a first-degree relative with breast cancer. *Ann Intern Med* 2000;133:855-63.
23. Perry NM, Patani N, Milner SE, Pinker K, Mokbel K, Allgood PC, Duffy SW. The impact of digital mammography on screening a young cohort of women for breast cancer in an urban specialist breast unit. *Eur Radiol*. 2011;21:676-82.
24. Gur D, Abrams GS, Chough DM, Ganott MA, Hakim CM, Perrin RL, Rathfon GY, Sumkin JH, Zuley ML, Bandos AI. Digital breast tomosynthesis: observer performance study. *AJR Am J Roentgenol* 2009;193:586-91.
25. Gennaro G, Toledano A, di Maggio C, Baldan E, Bezzon E, La Grassa M, Pescarini L, Polico I, Proietti A, Toffoli A, Muzzio PC. Digital breast tomosynthesis versus digital mammography: a clinical performance study. *Eur Radiol*. 2010;20:1545-53.

Declaración de conflictos de intereses: El autor declara que no existen potenciales conflictos de intereses con este artículo de revisión.