

ARTEFACTOS EN MAMOGRAFÍA DIGITAL

DEVICES IN DIGITAL MAMMOGRAPHY

Paula Natalia Patiño¹

Michel Hernández Restrepo²

Jaime Alberto Ortega Santamaría²

RESUMEN

Con el advenimiento de la mamografía digital se ha logrado un gran avance en el diagnóstico de la patología mamaria. Sin embargo, al igual que con las diferentes tecnologías en imágenes diagnósticas, surgen artefactos que influyen de forma importante en el diagnóstico. El presente artículo tiene como objetivo describir los artefactos más comunes, para poder evitar errores al momento del diagnóstico. Existen cinco tipos de artefactos en mamografía digital, los relacionados con el paciente, con la tecnología, con la unidad de mamografía, con el *software* y con las condiciones de visualización. Algunos artefactos influyen en el diagnóstico, razón por la cual es importante reconocerlos y determinar si se requiere o no una nueva proyección, o si es necesario solicitar asistencia técnica.

SUMMARY

With the advent of digital mammography, there has been a breakthrough in the diagnosis of breast disease. However, as is the case with different technologies in diagnostic images, devices have been created which affect diagnosis in an important manner. This article aims to describe the most common devices, with the purpose of preventing errors at the moment of diagnosis. There are five types of artifacts in digital mammography: those that relate to the patient, to technology, to the mammography unit, those which relate software, and viewing conditions. Some devices influence the diagnosis, which is why it is important to recognize and determine if a new projection is required, or if technical assistance is needed.

Introducción

En el diagnóstico del cáncer de mama se han buscado constantemente nuevas estrategias que mejoren y faciliten su diagnóstico. De esta manera, en 1991, posteriormente a un panel del Instituto Nacional del Cáncer (National Cancer Institute) de los Estados Unidos, los expertos en mamografía determinaron que los recursos para el desarrollo e investigación debían dirigirse a la digitalización (1).

Así, aparecieron dos tipos de mamografía digital: el método indirecto, con dos pasos para la digitalización, y el sistema directo, donde los detectores convierten directamente la información en carga eléctrica. La mamografía digital mide directamente los fotones de radiación que pasan por la mama, permitiendo la obtención de una mayor cantidad de información, al practicar un mapeo más exacto de las variaciones de atenuación del tejido.

El desarrollo de la tecnología en mamografía digital va ligado con el perfeccionamiento de otros factores distintos a la producción de la imagen, como son la tecnología de los monitores, la transmisión y el *software* de procesamiento de las imágenes.

La mamografía digital se diferencia de la análoga en varios aspectos, entre los cuales encontramos el proceso de adquisición, el procesamiento y la visualización de la imagen (2); sin embargo, los artefactos siguen presentes y es necesario conocer cada uno de ellos para poder hacer una adecuada lectura de los estudios.

Existen dos tipos de mamografía digital: la directa (resolución 70-85 μm) y la indirecta (resolución 50-100 μm) (2). Los mamógrafos digitales directos tienen detectores de radiación que convierten directamente la información en carga eléctrica. Los indirectos requieren dos pasos en el proceso de digitalización: la radiación convertida en luz es recibida por fotodiodos

PALABRAS CLAVE (DeCS)

Mamografía

Diagnóstico

Mama

KEY WORDS (MeSH)

Mammography

Diagnosis

Breast

¹Médica residente, del Hospital Universitario de la Samaritana, Universidad de la Sabana, Bogotá, Colombia.

²Médico radiólogo, del Hospital Universitario de la Samaritana, Universidad de la Sabana, Bogotá, Colombia.

y transformada en carga eléctrica. Dada la importancia que se le ha dado al control de calidad de la imagen mamográfica, se han podido identificar varios artefactos, al mismo tiempo que se ha determinado su causa.

Clasificación

Los artefactos se dividen en cinco categorías (3,4):

- Artefactos asociados con el paciente: típicamente incluyen el cabello, el movimiento, las partículas de desodorante y el tamaño del pequeño seno.
- Artefactos relacionados con la tecnología: por incorrecta manipulación del sistema, manejo incorrecto de los casetes, limpieza inadecuada, configuración inadecuada de los parámetros de imagen.
- Artefactos relacionados con la unidad de mamografía: se dividen en dos, los relacionados con el sistema de radiografía directa y con el sistema de radiografía computarizada. El primero, relacionado con el detector o el lector electrónico, y el segundo, con la imagen en la placa y el lector de las placas. Los artefactos relacionados con el tubo de rayos X (RX) se encuentran en esta categoría.
- Artefactos relacionados con el *software*: tienen que ver con el procesamiento. Son generados por un mal funcionamiento o una mala configuración de los algoritmos de procesamiento de la imagen, o son introducidos por el *software* durante la adquisición.
- Artefactos relacionados con la visualización: problemas en la calibración del monitor, artefactos en la estación como defectos en los píxeles o tierra, errores en el *software* de visualización y problemas con el medio ambiente donde se lee la imagen.

No siempre es posible categorizar un artefacto en un grupo específico.

Artefactos asociados con el paciente (5)

- Artefacto de movimiento: debido al largo tiempo de exposición, para comprobar que el artefacto es por movimiento, el técnico debe revisar los parámetros de exposición y los factores técnicos (figura 1). Se evita al hacer una mayor compresión, aumentar el kilovoltaje y usar tarjetas de rodio; también, instruyendo adecuadamente al paciente (6).
- Artefacto por antitranspirante: imágenes radiopacas pequeñas puntiformes. El paciente no debe usar desodorante ni crema, pues se pueden confundir con microcalcificaciones (figura 2). Su reconocimiento evita estudios posteriores innecesarios.
- Artefacto por mamas pequeñas: en senos que comprimen hasta menos de 2 cm, debido a la delgadez de los senos durante la compresión, los bordes de la paleta se pueden incluir en las esquinas de la imagen. Una imagen similar se observa cuando hay mal funcionamiento de la unidad digital. No afecta la interpretación del estudio ni implica mal funcionamiento de la unidad digital.

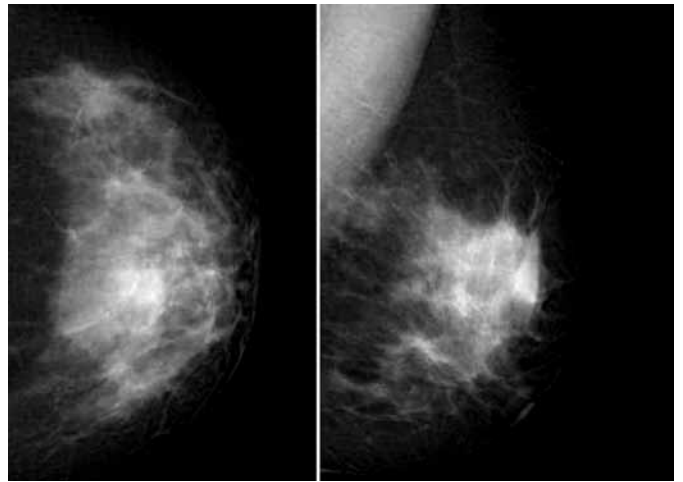


Figura 1. Proyecciones en dos pacientes diferentes que evidencian artefacto por movimiento: imagen con apariencia borrosa en la cual no se diferencian adecuadamente las estructuras.

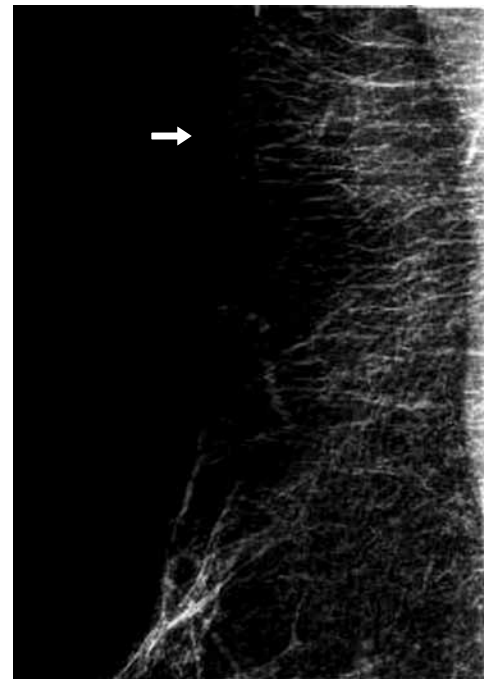


Figura 2. Magnificación de proyección MOL que evidencia imágenes punteadas radiopacas en la axila derecha por antitranspirante.

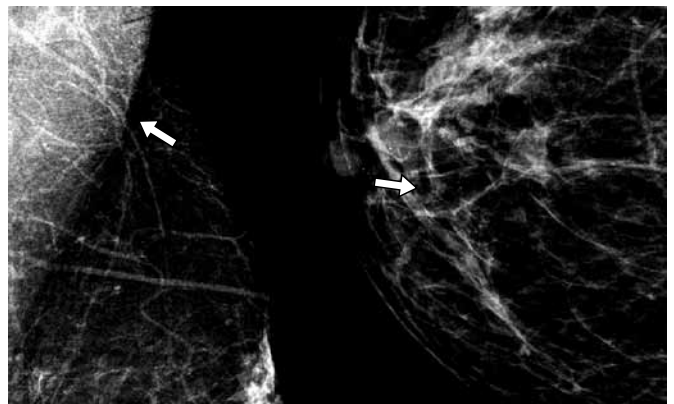


Figura 3. Artefacto por polvo. Se observan puntos blancos.

Artefactos relacionados con la tecnología (4)

Los artefactos más frecuentes en la imagen indirecta son los puntos blancos correspondientes al polvo; generalmente son más blancos que las calcificaciones (figura 3), sin embargo, pueden ser difíciles de diferenciar. Estos se corrigen con un protocolo adecuado de limpieza. Si el artefacto persiste, hay que contactar al proveedor para evaluar las capas o cambiar el casete, ya que en este caso el artefacto está relacionado con la unidad mamográfica.

El ruido puede verse en la imagen directa o indirecta cuando los parámetros no son apropiados o cuando la exposición no es lo suficientemente larga (figura 4); por tanto, son resultado de un uso inapropiado o de una incorrecta preprogramación de los ajustes. Una configuración con dosis baja ocasionalmente puede producir imágenes con un excesivo nivel de ruido, aunque los parámetros de imagen estén normales. Debe llevarse un registro de las proyecciones fallidas secundarias a ruido para definir en qué momento es necesario hacer un reajuste de la exposición automática.

Subexposición

Imagen en sal y pimienta (figura 5). Se observan áreas moteadas oscuras dispersas. No permite diferenciar la imagen anatómica del ruido. Se debe a una exposición prematuramente abortada o a una fotocélula puesta accidentalmente cerca del borde de la mama. Se toma como una mama delgada y utiliza un tiempo de exposición menor (2,7). Se corrige verificando los parámetros de exposición correctos al momento de adquisición de la imagen.

En algunos estudios se visualizan las líneas de la grilla, artefacto que es secundario a un inadecuado ajuste de la exposición, kilovoltaje alto y más bajo, con tiempos de exposición bajos en comparación con el tiempo de movimientos de la grilla (figura 6). En la figura estas líneas presentan una disposición oblicua con un ángulo de 45° (5). Otro artefacto de este grupo es el incorrecto posicionamiento del casete en el *bucky*, lo que genera superposición del serial sobre la imagen mamográfica.

Artefactos relacionados con la unidad de mamografía

En los sistemas indirectos, los artefactos generalmente se originan en la lectura de la placa, por ejemplo el polvo en la lectura láser de la placa, que genera líneas blancas y/o negras, que siguen la dirección de lectura y son perpendiculares a la mamografía (figura 7); la composición de las líneas y los diferentes contrastes de estas se relacionan con el tipo de polvo (4).

Al igual que con el polvo, una alineación incorrecta del colimador con el detector puede influir en la calidad de la lectura y generar pérdida del tejido mamario (figura 8). Reconocer este artefacto es esencial para la interpretación adecuada de la mamografía. Se presenta como barras blancas verticales en los bordes de las imágenes (8).

El deterioro del detector puede aparecer bajo diferentes circunstancias. Cuando parte de la imagen de un detector de selenio se ve borrosa, puede deberse a la cristalización del selenio, que generalmente comienza en el lado axilar o la parte inferior de la imagen, lo que lleva a que pase algún tiempo antes de que pueda ser reconocido, la cristalización es progresiva y pasa aproximadamente un año para que sea visible en la imagen mamaria (3,7). También son frecuentes en los sistemas directos los artefactos por píxeles defectuosos, lo cual puede tener diferentes formas (figura 9); la más común es el defecto de un solo píxel.

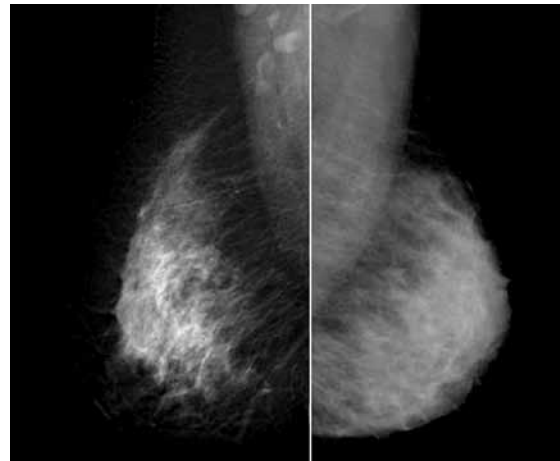


Figura 4. Artefacto de ruido debido al uso inadecuado de los ajustes preprogramados en la proyección MOL izquierda.

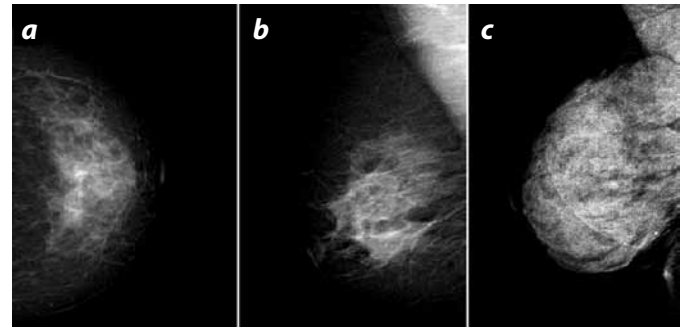


Figura 5. Subexposición: artefacto en sal y pimienta. (a) y (b) Mamógrafo directo. (c) Mamógrafo indirecto, el artefacto se observa más marcado por amplificación del ruido.

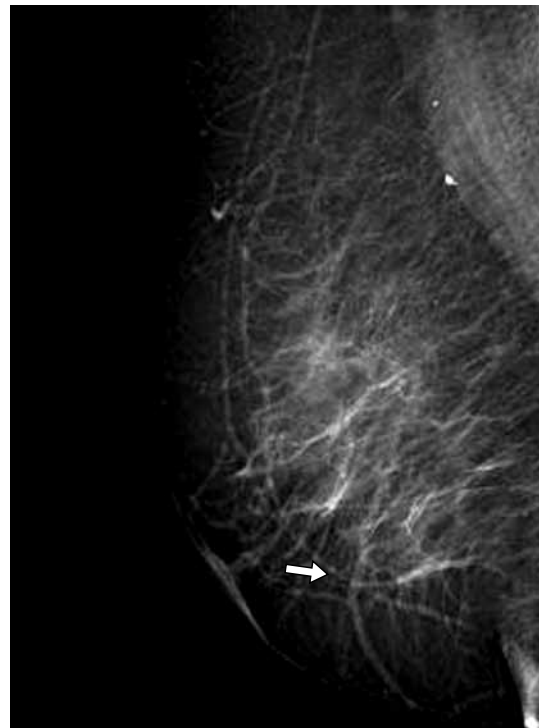


Figura 6. Líneas de disposición oblicua en la proyección MOL en relación con visualización de la grilla.

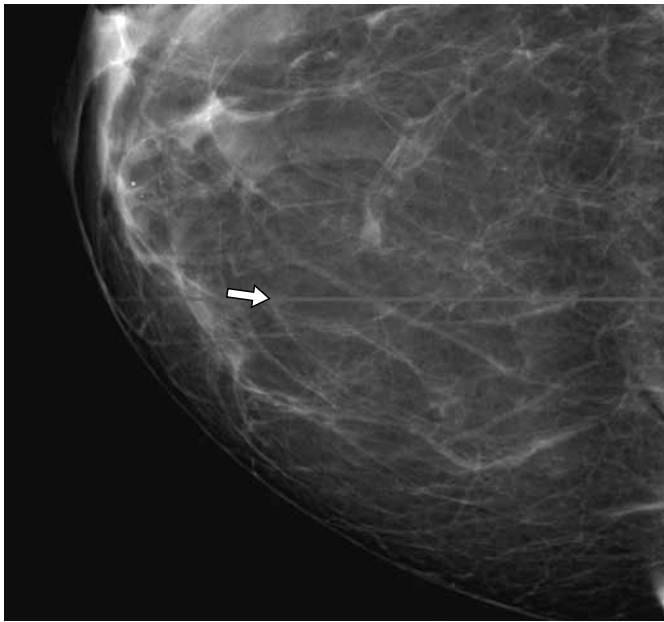


Figura 7. Líneas blancas causadas por polvo en el lector.

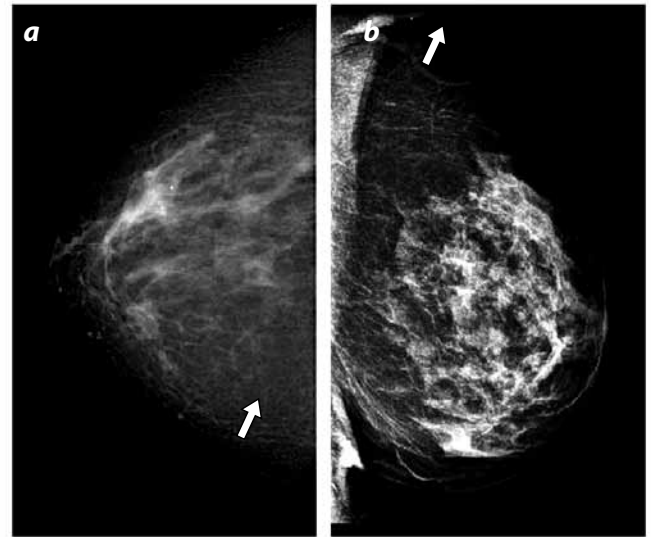


Figura 8. Inadecuada alineación del colimador con el detector. (a) CC (craneocaudal) directo. (b) MOL indirecto. Se observa línea blanca sólida en el borde adyacente a la pared torácica.

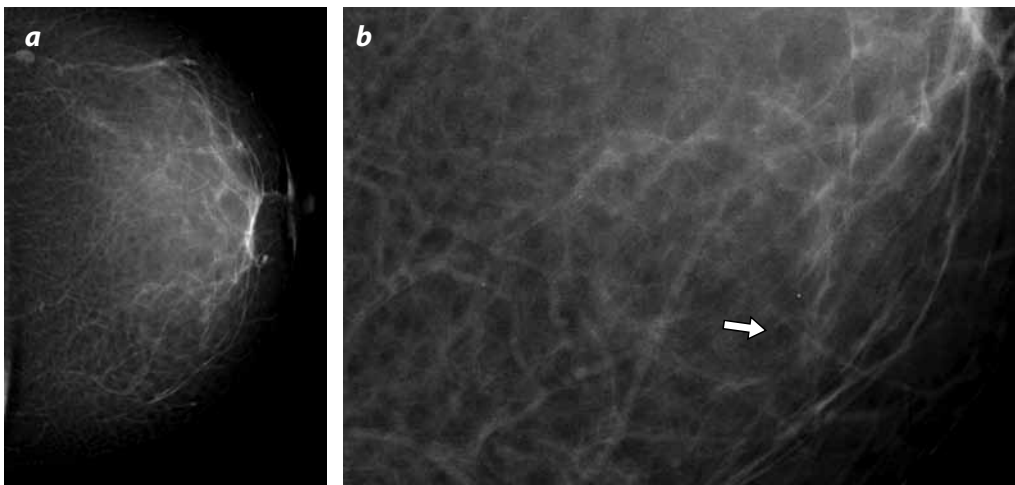


Figura 9. Artefacto por píxel defectuoso: (a) punto blanco en la proyección craneocaudal, (b) magnificación de la proyección CC (craneocaudal) donde se observa con mayor nitidez el defecto de píxel.

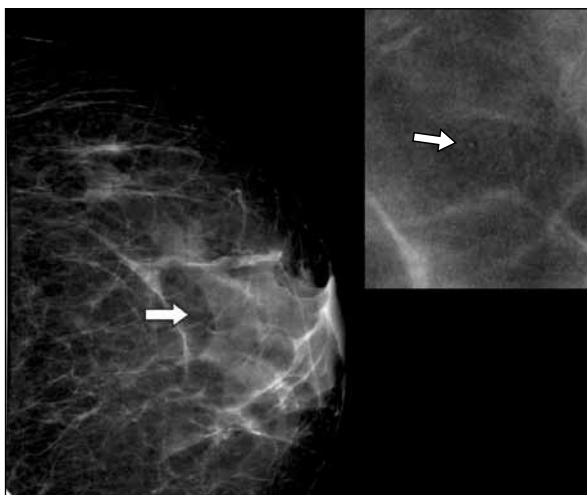


Figura 10. Artefacto por píxel defectuoso donde se observa punto blanco rodeado por halo radiolúcido. (a) Proyección CC (craneocaudal) izquierda, la flecha blanca señala el artefacto, (b) magnificación de la proyección.

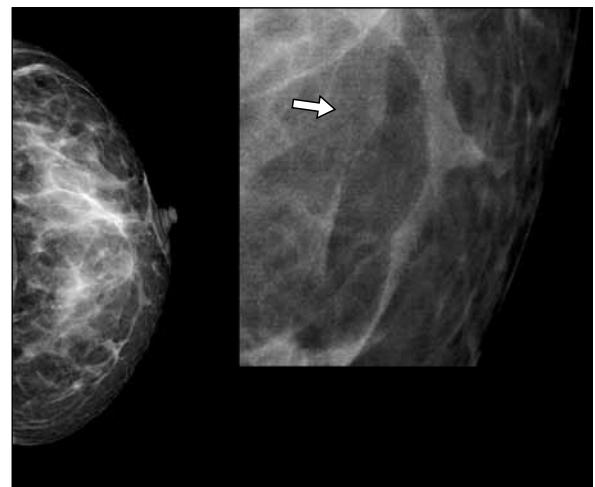


Figura 11. Artefacto de vibración. (a) Proyección MOL (medio lateral oblicua). (b) Magnificación de la mol, mamógrafo directo, donde se visualizan líneas con patrón de onda.

El efecto clínico generalmente es despreciable, pero hay que tener cuidado si el número de píxeles defectuosos es demasiado grande o si se empiezan a formar grupos de píxeles adyacentes, que podrían simular microcalcificaciones.

Otro defecto de píxel es el resultado de una descarga temprana de un detector único que aparece como una mancha blanca en la imagen (figura 10), la descarga de ese detector aumenta la carga de los vecinos, lo que da como resultado un halo negro alrededor de la mancha blanca (4).

Los artefactos electrónicos se pueden presentar como un patrón en forma de onda (alteración en la velocidad de los ventiladores de refrigeración) o como líneas blancas perpendiculares en el lado pectoral (cuando hay un problema con la lectura de una columna en el detector); generalmente no son visibles como líneas rectas, sino como líneas discontinuas (por la interpolación de los algoritmos de procesamiento de las imágenes). Estos son conocidos como “artefactos de vibración” (figuras 11 y 12) (4).

El artefacto fantasma es causado por un incorrecto aclaramiento (*clearing*) electrónico del detector y es un problema en los sistemas que utilizan un detector amorfo de selenio; aunque es frecuente, la influencia de este en la interpretación de los datos clínicos no es clara (figura 13).

Varios artefactos pueden ser introducidos en el sistema, debido principalmente a la mala calibración, ya que el manejo adecuado de dicho sistema requiere una calibración luego de un tiempo estricto de uso.

La calibración tiene como objetivo proporcionar una imagen homogénea, la cual compensa los problemas de sensibilidad del detector y el efecto talón. Si se practica incorrectamente, se introducen artefactos en lugar de resolverlos. Cuando se presenta un artefacto fantasma, la calibración no se debe hacer inmediatamente después de la adquisición de una imagen diagnóstica, ya que el algoritmo de calibración tenderá a compensar el fantasma temporal en todas las imágenes sucesivas (5,8)

Artefactos relacionados con el software (4,5)

Pueden ocurrir en varios momentos durante el proceso de adquisición. El sistema lee mal el tamaño del detector, lo que genera pérdida de la calidad de la imagen y lleva a mediciones de distancia equivocadas (figura 14): imágenes con inclinación horizontal y desplazamiento de partes de la imagen (figura 15).

Los artefactos de procesamiento de imágenes relacionadas con el *software* pueden tener diferentes causas. Los algoritmos utilizados en el manejo de los datos pueden ser muy sensibles a los altos contrastes producidos por materiales extraños o por estructuras de alto contraste, como grandes calcificaciones (figura 16); por ejemplo, el artefacto de halo alrededor de las agujas de biopsia o implantes. Otra causa es el incorrecto uso de parámetros de procesamiento, debido a un algoritmo pobre, la instalación del *software* mal implementada o una actualización o configuración incorrectas (figura 17) (5).

Algunas de las estructuras vistas fuera de la mama (en el fondo negro) son difíciles de clasificar. Imágenes blancas perturbadoras, como líneas horizontales o verticales en los bordes de las imágenes, se pueden omitir fácilmente con un adecuado procesamiento. Los bordes de la placa de compresión no deben ser visibles en las imágenes (9).

La pérdida de la definición de los bordes se presenta en pacientes con mamas grandes o con prótesis, donde el borde de la mama se pierde debido a un procesamiento inadecuado del algoritmo (figura 18).

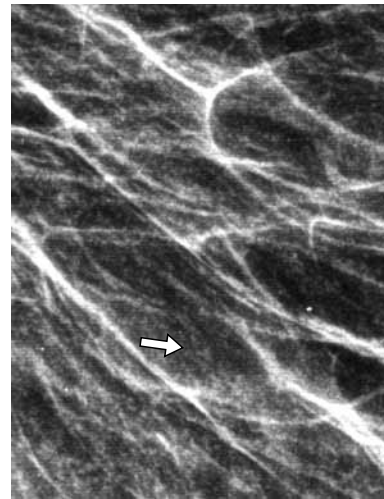


Figura 12. Artefacto de vibración, magnificación de proyección MOL, mamógrafo indirecto.

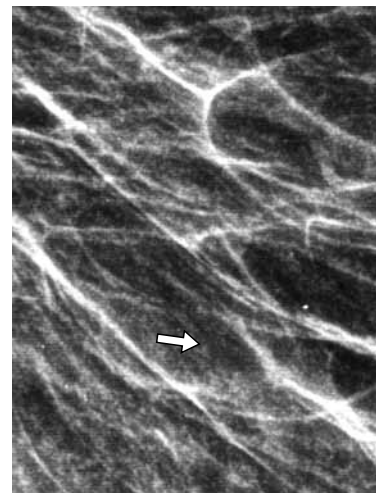


Figura 13. Proyección MOL, mamografía digital indirecta en la cual se observa artefacto fantasma: doble contorno visualizado en el contorno inferior.

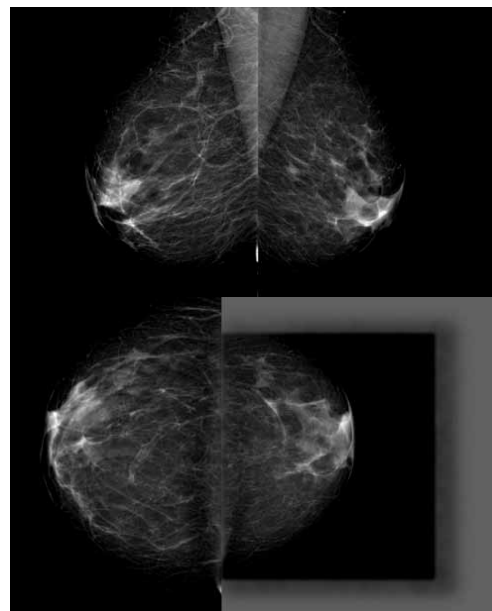


Figura 14. Lectura errónea del detector, debido a un error de software el sistema lee mal el tamaño del detector, artefacto visualizado en la proyección craneocaudal izquierda.

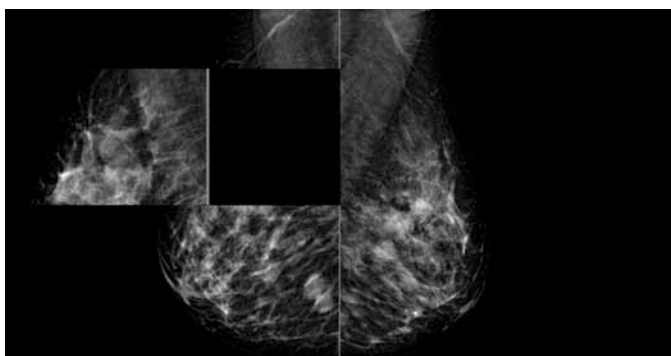


Figura 15. Deformación de una parte de la imagen en la proyección MOL derecha.

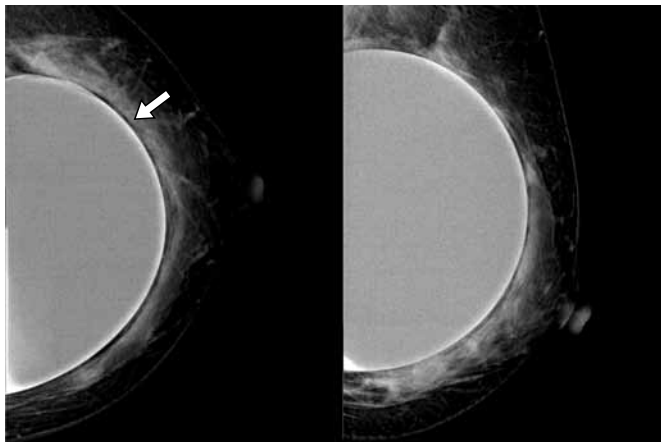


Figura 16. Artefacto debido al mal procesamiento de la imagen, en el cual se observa un halo negro adyacente a la prótesis mamaria.

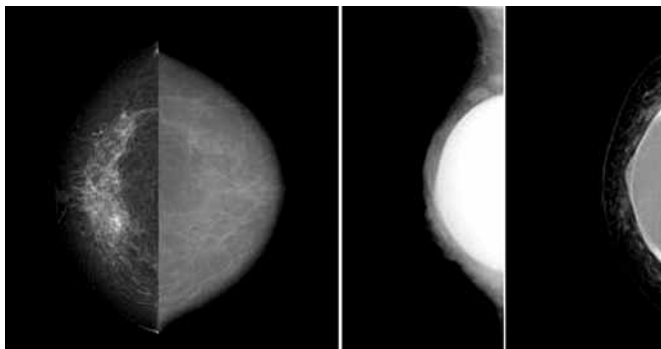


Figura 17. Artefacto del software debido a una mala implementación de este.

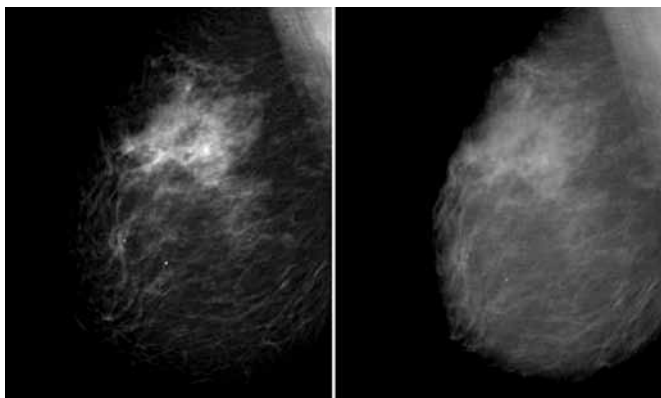


Figura 18. Proyección MOL de la mama derecha que evidencia artefacto debido a procesamiento inadecuado de la imagen, donde no se observan de forma nítida los bordes en la imagen de la izquierda.

Control de la calidad de la imagen en mamografía digital

Según la *European Guidelines for Quality Assurance in Breast Cancer Screening and Diagnosis*, para obtener imágenes con una calidad adecuada, cada parte de la cadena de la imagen debe funcionar dentro de los límites de rendimiento adecuados. Un incumplimiento en este proceso deriva en una transferencia de información inadecuada para el observador, lo que puede dar lugar a una tasa de detección inferior de microcalcificaciones y lesiones de bajo contraste. Para facilitar el control de calidad, el radiólogo debe ser capaz de evaluar el estado del sistema de adquisición, incluyendo el detector, el sistema de procesamiento y el sistema de visualización.

De manera general, se debe hacer una verificación de las tres partes principales de la cadena de imagen: adquisición incluyendo el estado del receptor, el sistema de procesamiento y el sistema de visualización (10).

Es responsabilidad del radiólogo garantizar que todos los procesos de control se lleven a cabo, para así asegurar que la calidad de la imagen resultante sea alta. Es necesario el conocimiento de las técnicas de posicionamiento adecuadas utilizadas por el técnico, y el radiólogo debe evaluar estos factores antes de informar sobre la mamografía.

La interrelación básica de kV, el contraste, la resolución, el tiempo de procesamiento y la temperatura deben ser evaluados; así mismo, debe tenerse en cuenta la importancia de la alta densidad óptica para la detección de pequeños cánceres invasivos. Finalmente, después de haber analizado la calidad de la imagen respecto a todas estas características, el radiólogo debe negarse a aceptar las mamografías que no cumplan con los criterios suficientes para un diagnóstico adecuado. Dichos estudios deben repetirse y se debe registrar el número de mujeres sometidas a una nueva adquisición.

La alta calidad de la imagen es un factor clave en el éxito de un programa de tamizaje, el logro de esta calidad es complejo y multidisciplinario (10).

Conclusiones

En el control de calidad de la imagen mamográfica, la evaluación constante de los artefactos es crucial, la ausencia de estos es una señal de atención de buena calidad (11,12). Algunos de los artefactos mencionados pueden influir en la evaluación diagnóstica, por tal razón es importante que el radiólogo los conozca y pueda determinar si se requiere o no una nueva adquisición de la imagen, y si es necesario solicitar asistencia técnica. Actualmente se considera que debe practicarse una inspección visual semanal para mantener una adecuada calidad de la mamografía.

Referencias

1. Shtern F. Digital mammography and related technologies: a perspective from the national cancer institute. *Radiology*. 1992;183:629-30.
2. Bassett LW. Quality determinants of mammography: clinical image evaluation. En: Kopans DB, Mendelson EB. *Syllabus: a categorical course in breast imaging*. Oak Brook, III: Radiological Society of North America; 1995. p. 57-67.
3. Van Ongeval C, Jacobs J, Bosman H. Artifacts in digital mammography. *JBR-BTR*. 2008;91:262-3.
4. Van Ongeval C, Jacobs J, Oteen AS, et al. Classification of artifacts in clinical digital mammography. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2008.
5. Ayyala RS, Chorlton M, Behrman R, et al. Digital mammographic artifacts on full-field systems: what are they and how do I fix them? *RadioGraphics*. 2008;28:1999-2008.

-
6. Boyle E, Pak D, Williams J. Motion artifact seen on slot-scanning direct digital mammography. *AJR*. 1999;172:697-701.
 7. Hogge PJ, Palmer CH, Muller CC, et al. Quality assurance in mammography artifact analysis. *Radiographics*. 1999;19:503-22.
 8. Chaloeykitti L, Muttarak M, Ng KH. Artifacts in mammography: ways to identify and overcome them. *Singapore Med J*. 2006;47:634-40.
 9. Lawrence WB. Reasons for failure of a mammography unit at clinical image review in the American College of Radiology mammography accreditation program. *Radiology*. 2000;215:698-702.
 10. Perry N, Broeders M, de Wolf C, et al. Eds. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. 4th ed. Luxemburgo: Office for Official Products of the European Communities; 2006.
 11. Yaffe MJ, Bloomquist AK, Mawdsley GE, et al. Quality control for digital mammography. II. Recommendations from the ACRIN DMIST trial. *Med Phys*. 2006;33:737-52.
 12. Lawrence W, Bassett. Digital mammography: clinical image evaluation. *Radiol Clin N Am*. 2010;48:903-15.

Correspondencia

Paula Natalia Patiño
Calle 152 # 58-50, apto. 101
Bogotá, Colombia
paunatalia48@hotmail.com

Recibido para evaluación: 12 de diciembre de 2012

Aceptado para publicación: 10 de mayo de 2013