



NOTA TÉCNICA

La digitalización de equipos de mamografía: elementos fundamentales a tener en cuenta para beneficiarnos de la tecnología



S. Blanco^{a,b,c}, D. Andisco^{a,d}, C. Di Risio^c y A.E. Buzzi^{a,d,*}

^a *Capítulo de Radioprotección, Sociedad Argentina de Radiología*

^b *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

^c *Laboratorio de Dosimetría y Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Belgrano, Buenos Aires, Argentina*

^d *Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina*

Recibido el 2 de octubre de 2014; aceptado el 8 de octubre de 2014

Disponible en Internet el 4 de noviembre de 2014

PALABRAS CLAVE

Mamografía;
Mamografía digital;
Técnicas de digitalización;
Radioprotección

Resumen La mamografía digital resolvió muchos de los problemas asociados a la mamografía analógica. Una opción utilizada con mucha frecuencia para migrar a la técnica digital directa consiste en digitalizar equipos analógicos. Aquí, se describen las características que deben considerarse al momento de digitalizar un mamógrafo analógico para obtener del proceso las mayores ventajas, la mejor imagen y la dosis más baja posible compatible con el contraste óptimo y el ruido más bajo.

© 2014 Sociedad Argentina de Radiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Mammography;
Digital mammography;
Digital techniques;
Radioprotection

Digital mammography techniques: fundamental elements to take into account to benefit from technology

Abstract Digital mammography solved many of the problems associated with analog mammography. A frequently used option to migrate to direct digital technique is to digitize analog equipment. Characteristics which must be taken into account to digitize an analog mammography and get the most advantages of the process, the best picture and the lowest dose possible consistent with optimal contrast and lower noise are described.

© 2014 Sociedad Argentina de Radiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alfredo.buzzi@diagnosticomedico.com (A.E. Buzzi).

Introducción

La mamografía digital vino a resolver muchos de los problemas de la mamografía analógica. Estos se relacionan principalmente con el uso del film y la variabilidad en los resultados del revelado dado que, como saben los que están en la práctica, las mayores fallas en el estudio analógico se producen en el cuarto oscuro¹. A su vez, la digitalización es una forma indudablemente más ecológica de trabajar, ya que la técnica se independiza de la eliminación de residuos químicos (producto del revelado). Si bien este hecho no es problemático en las grandes urbes, sí se vuelve grave en las ciudades pequeñas donde muchas veces se carece de servicios para la disposición de residuos químicos.

La bibliografía es algo contradictoria, pero reconoce que la mamografía digital tiene ventajas con respecto a la analógica en algunos casos, como en mamas densas y con determinadas patologías, además de presentar una reducción importante de la dosis impartida al paciente, especialmente con la tecnología digital directa².

Una opción frecuentemente utilizada para comenzar el proceso tendiente a la utilización de la técnica digital directa consiste en digitalizar los equipos analógicos. Todo proceso de digitalización implica una inversión y una cantidad de nuevos elementos, dado que se necesitan monitores apropiados para desprendernos de la impresión de las placas, una apropiada capacidad de almacenamiento en la computadora para mantener un completo archivo de imágenes, una impresora dedicada a mamografía y una considerable inversión en servicio de mantenimiento, controles de calidad exhaustivos, rediseño de las salas de informes y, por sobre todo, recapacitación de médicos y técnicos radiólogos. A esto debemos agregar, para un total aprovechamiento de la tecnología, la instalación de un sistema de archivo y comunicación de imágenes (conocido como PACS, por sus siglas en inglés) y el mantenimiento de una red informática.

Muchas veces la digitalización se toma solamente como un cambio menor en un servicio, sin evaluar las complicaciones que surgen a partir de ella; pero en otras ocasiones se digitalizan equipos que ya no están en condiciones de funcionar correctamente. Por este motivo, en el presente trabajo damos cuenta de las características que hay que considerar al momento de digitalizar un mamógrafo, para obtener del proceso las mayores ventajas, la mejor imagen y la dosis más baja posible compatible con el contraste óptimo y el ruido más bajo.

Mamografía digitalizada o mamografía CR

La mamografía digitalizada, conocida también como CR, emplea normalmente a modo de placa un material de fósforo fotoestimulable por rayos X. Es decir, si bien el equipo se opera de manera similar a uno analógico común, en lugar de la película se utiliza un material fotoestimulable.

Esta placa de material fotoestimulable se encuentra en un chasis similar al que se usaba para contener el antiguo sistema de película y pantalla, por lo que el procedimiento hasta este punto no difiere en absoluto. Al absorber los rayos

X, el material fotoestimulable de la placa libera electrones en su estructura cristalina. Allí, por interacción con otros electrones de la red, pierden parte de su energía y algunos de estos electrones quedan atrapados en niveles superiores de energía de la red cristalina, en una cantidad proporcional a la cantidad de radiación X incidente en la placa. Es aquí cuando comienza el proceso de digitalización: la placa fotoestimulable es introducida en la llamada lectora o digitalizadora, que remueve los electrones atrapados con un láser de longitud de onda apropiada, volviéndolos a su estado fundamental y provocando, entonces, la emisión de luz que se convierte en una señal eléctrica proporcional y pasa a la computadora que la transforma en imagen. En general, la señal debe sufrir cambios matemáticos apropiados hasta convertirse en la imagen cruda que se observa en el monitor.

En los sistemas CR hay inevitablemente dos procesos: uno logarítmico para redimensionar la señal y otro de uniformización del fondo. Este último, también llamado "de modificación de imágenes crudas", consiste en la aplicación de un *software* de interpolación que corrige los pequeños defectos en la placa o en el detector del sistema DR. Cuando el *software* no puede eliminarlos, ya es tarde para tomar acciones correctivas en la placa CR o en el detector DR, y estos deben ser cambiados. En este sentido, poseer la habilitación de acceso al programa de control de calidad nos permitirá evitar estos eventos y, sobre todo, impedir que la interpolación de las zonas falladas borre estructuras de interés clínico.

Una vez leída la imagen, la placa puede ser reutilizada. Todos los sistemas cuentan con un modo de borrado intensivo que debe hacerse periódicamente porque la remoción de los electrones atrapados no tiene un rendimiento del 100%.

Debido a que en la mamografía digitalizada no tenemos las limitaciones de exposición que existían con el film, el Control Automático de Exposición (CAE) cobra otro rol, aunque su funcionamiento esencial no cambie. Al respecto, se debe tener en cuenta que en este trabajo nos referimos a equipos digitalizados y no digitales (donde los CAE sí tienen una construcción diferente).

En un equipo digitalizado las dosis pueden ser mayores o menores de acuerdo con el espesor de la mama. Además, esta libertad adicional también se extiende a la elección de los factores técnicos, como los kilovoltios (kV), los miliamperios (mA) y el material de filtro. En general, los sistemas digitales seleccionarán espectros de rayos X más penetrantes que los de un sistema de película-pantalla. En estos sistemas, si la dosis es más alta de lo necesario, la imagen ofrece muy pocos indicios visuales de este exceso.

Cada fabricante de digitalizadores tiene un procedimiento para definir la relación entre la exposición al detector y el valor de intensidad de señal en sus imágenes "para el procesamiento". Estos son conocidos indistintamente como: S#, L#, índice de exposición (IE), nivel medio de escaneo (SAL) o nivel medio de exposición (IgM). Cualquiera de estos valores (que figuran en la consola del equipo y, además, en el archivo de la imagen) están relacionados con la dosis que recibe la paciente, pero no es exactamente la dosis. Para obtener el valor de la dosis necesitamos conocer la expresión de redimensionamiento que utiliza cada fabricante.

Esta relación dosis-funcionamiento del CAE-parámetros de exposición es ajustada por la empresa que realiza la digitalización y se manifiesta a partir del índice que vincula la exposición con la dosis. Es importante mantenerse dentro del rango recomendado para asegurarnos de no superar la dosis glandular media para una exposición mamográfica².

¿Qué condiciones debe cumplir un mamógrafo para poder digitalizarlo?

A partir de lo descrito, queda claro que un mamógrafo, para ser digitalizado, debe cumplir con algunas condiciones para que el proceso de cambio de medio de detección, la calibración del CAE (para obtener una imagen de buen contraste y bajo ruido) y el ajuste de la dosis sean exitosos.

Dado que en este proceso el tubo y el cuerpo mecánico de nuestro mamógrafo no están afectados (exceptuando algún ajuste de la bandeja para que el chasis, un poco más grueso, se desplace con comodidad), es fundamental que al momento de llamar al servicio digitalizador se conozca fehacientemente el estado del tubo de rayos X y el funcionamiento del CAE. Reparar esto no es función de la empresa que digitaliza, y si algo no funciona correctamente, complicamos su trabajo de ajuste y calibración del índice de exposición.

En muchos países la venta de equipos digitales está altamente regulada y los fabricantes deben demostrar que los equipos cumplen determinados estándares. Sin embargo, la Argentina no los posee, por lo que estos pueden consultarse a través de internet³⁻⁵.

Para el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), una unidad de mamografía que sea pasible de ser digitalizada debe constar de:

- Un tubo de rayos X con un punto focal de al menos 0,3 mm
- Una distancia focal superior a 60 cm
- Una ventana de berilio
- Combinaciones diferentes de ánodos-filtro
- Una compresión automática con lectora de fuerza y espesor de compresión
- Un CAE en buen funcionamiento. Es decir, que sea capaz de mantener la densidad óptica del film dentro de $\pm 0,30$ de densidad óptica media, cuando el grosor de un material homogéneo de prueba varía de 2 a 6 cm, y que el pico de kilovoltaje (kVp) varíe apropiadamente para estos espesores y dentro de los parámetros clínicos.

Asimismo, hay que asegurarse de que el *software* de imágenes mamográficas nos permita hacer los procedimientos necesarios para mejorar la presentación y el informe. Para ello, tenemos que documentarnos sobre todos los posibles *software* disponibles para la presentación de la imagen mamográfica y discutir nuestras preferencias con el proveedor. En este sentido, adquirir la habilitación del uso del *software* para que el físico médico pueda realizar los controles de calidad es una opción que debe tenerse en cuenta.

Monitores e impresoras

Un servicio de mamografía digitalizado debe considerar la adquisición de monitores de grado médico para la práctica. Los estándares internacionales recomiendan fuertemente 5 megapíxeles (Mpx) para el informe y 3 Mpx para la consola de adquisición³.

A su vez, los monitores para informes tienen que estar ubicados en una sala acondicionada, ya que para el ojo humano no es lo mismo trabajar con cualquier luminosidad (de hecho, nuestra discriminación de grises es superior en la penumbra que bajo una luz intensa). Todas estas regulaciones ayudan a no cansar la vista del médico y mejoran la calidad de sus diagnósticos. Asimismo, será necesario disponer de un buen negatoscopio para hacer comparaciones con placas analógicas.

Los monitores deben pasar por los mismos controles de calidad que el resto del equipo. Por este motivo, es un elemento más que se agrega a las tareas de control.

Por su parte, las impresoras también son especiales y deben estar controladas con sensitometrías cada vez que se hacen reposiciones de placas en la bandeja. Las impresiones de las mamografías deben imprimirse siempre en tamaño natural cuando son enviadas al médico prescriptor.

Controles de calidad adicionales

El volumen de los controles de calidad que se agregan a los normales del equipo son, entonces, aquellos relacionados con:

- Cuarto de informe
- Monitores
- Impresoras
- Red
- *Software* (sobre todo en lo que respecta a la identificación de las imágenes y pacientes)

Tiempos del proceso de adquisición de la imagen y carga de trabajo en un servicio

Un equipo digitalizado no acorta los tiempos del proceso mamográfico, incluso cuando la digitalizadora, la impresora y los monitores de informe sean de uso exclusivo.

Si en un servicio con alta tasa de trabajo se utiliza una misma digitalizadora e impresora para distintas prácticas, los tiempos de estas se extienden debido a que para cada una hay que hacer modificaciones previas y ajustes particulares. Con respecto al monitor de la digitalizadora, este es único.

Estos factores deben considerarse muy seriamente y, si la idea es acelerar la tarea, hay que pensar en disponer de una digitalizadora para la mamografía y otra para los Rx.

Conclusión

La digitalización por sí sola no es capaz de mejorar imágenes mal adquiridas o adquiridas con equipos defectuosos o mal calibrados. Antes de convertir un equipo de rayos X analógico en digital, hay que tener claro que, en un sistema CR, seguiremos teniendo nuestro viejo equipo con el agregado

de la digitalizadora. Por ello, es altamente recomendable asegurarse de que esté funcionando debidamente: es decir, hay que realizar previamente los controles de calidad correspondientes para cerciorarse que la vida útil del tubo de Rx no sea la que limite la inversión o los buenos propósitos de mejorar la calidad de la imagen.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses, excepto el Dr. Buzzi que declara como posible conflicto de interés ser presidente de la Sociedad Argentina de Radiología.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la Dra. María Rosana Buffa y el Instituto Nacional del Cáncer.

Bibliografía

1. Organismo Internacional de Energía Atómica. Control de Calidad en Mamografía IAEA-TECDOC-1517. Viena: Organismo Internacional de Energía Atómica; 2006.
2. International Atomic Energy Agency. Quality Assurance Programme for Digital Mammography. Human Health Series 17. International Atomic Energy Agency. 2012.
3. European Reference Organization for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services (EUREF). Disponible en: www.euref.org. (consultado Sept 2014).
4. NHS Breast Screening Programme. Disponible en: www.cancerscreening.nhs.uk/breastscreen/. (consultado Sept 2014).
5. United States Food and Drug Administration (FDA). Disponible en: <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/default.htm>. (consultado Sept 2014).