

Análisis y comparación de la dosis absorbida y calidad de imagen entre Mamografía Digital (FFDM) y Mamografía de Tomosíntesis (DBT) con reconstrucción 2D

Luis Ramón Cadena Martínez,^{1*} Beatriz Yolanda Álvarez Alfonso,²
Enrique Gaona,³ Eleni Mitsoura,¹ Alberto Ernesto Hardy Pérez,¹
Anallely Moctezuma Oropeza²

Resumen

La mamografía digital de campo completo (FFDM) es el protocolo estándar mamográfico en México, pero tiene limitaciones por el traslape de tejidos. Por lo que, en muchos casos, se usa la FFDM combinada con la tomosíntesis digital de mama (DBT), teniendo así un aumento de dosis de radiación. El objetivo de este estudio es evaluar la reducción de la dosis absorbida al paciente, usando únicamente DBT con reconstrucción en 2D (SDM), manteniendo una calidad de imagen óptima. Se realizó un estudio retrospectivo y prospectivo de pacientes sometidas a FFDM con DBT evaluando y comparando la dosis glandular media (AGM) y calidad de imagen. Se utilizó un sistema de mamografía Hologic Selenia Dimensions, un dosímetro RadCal Accu-Gold y el protocolo de la Asociación Americana de Físicos en Medicina para

Analysis and comparison of absorbed dose and image quality between Digital Mammography (FFDM) and Tomosynthesis Mammography (DBT) with 2D reconstruction

Recibido: 20 de diciembre de 2021
Aceptado: 10 de enero de 2022

Abstract

Full-field digital mammography (FFDM) is the standard mammographic protocol in Mexico, but it has limitations, as in tissue overlap. Therefore, in many cases, FFDM is used combined with digital breast tomosynthesis (DBT), resulting in an increased radiation dose. The aim of this study is to evaluate the reduction of the absorbed dose to the patient, by using exclusively DBT with 2D reconstruction (SDM), while maintaining optimal image quality. A retrospective and prospective study of patients undergoing FFDM with DBT was carried out evaluating and comparing mean glandular dose (AGM) and image quality. A Hologic Selenia Dimensions mammography system, a RadCal Accu-Gold dosimeter and the protocol of the American Association of Physicists in Medicine were used to calculate

¹Universidad Autónoma del Estado de México, México. ²Hospital Juárez de México, México. ³Universidad Autónoma Metropolitana, México.
*Autor para correspondencia: luis.uami_fisica@hotmail.com

calcular la AGM, la calidad de imagen fue evaluada con lo recomendado por el Colegio Americano de Radiología. Los resultados muestran que la AGM fue menor en DBT (mama izquierda $2.20 \pm 0,5$ mGy, mama derecha $1.82 \pm 0,5$ mGy) comparándola con FFDM (mama izquierda $2.86 \pm 0,5$ mGy, mama derecha $2.17 \pm 0,5$ mGy). Los resultados en calidad de imagen fueron superiores en SDM en comparación con FFDM. La mastografía SDM reduce la dosis al paciente y tiene potencial de sustituir a la FFDM.

PALABRAS CLAVE

Mastografía digital de campo completo (FFDM), Tomosíntesis Digital de Mama (DBT), Dosis glandular media (AGM), Calidad de Imagen.

AGM, the image quality was evaluated with the recommendations of the American College of Radiology. The results show that AGM was lower in DBT (left breast 2.20 ± 0.5 mGy, right breast 1.82 ± 0.5 mGy) compared to FFDM (left breast 2.86 ± 0.5 mGy, right breast 2.17 ± 0.5 mGy). Image quality results were superior in SDM compared to FFDM. SDM mammography reduces the dose to the patient and has the potential to replace FFDM.

KEY WORDS

Full-field digital mammography (FFDM), Digital Breast Tomosynthesis (DBT), Mean glandular dose (AGM), Image quality.

Introducción

El número de defunciones por cáncer de mama en México continúa incrementándose año con año, siendo la primera causa de muerte en las mujeres mexicanas.¹ En otros países se ha implementado programas de garantía de calidad, se generan protocolos clínicos nuevos y se realiza investigación clínica especializada para mejorar el diagnóstico por imagen, permitiendo tener una detección temprana de este padecimiento.²

Los programas de control de calidad para equipos de diagnóstico médico y las nuevas tecnologías proporcionan el mejoramiento de la calidad de imagen para su interpretación clínica.³ La mamografía FFDM es actualmente el estándar para la detección eficaz del cáncer de mama, sin embargo, la mayoría de los protocolos en mastografía sugieren el uso de FFDM como primer estudio diagnóstico y si el médico radiólogo especializado en mastografía requiere una corroboración de los hallazgos puede solicitar un estudio de mamografía de tomosíntesis DBT, aunque implica un aumento en la dosis glandular media (AGD).⁴ Pero a partir del estudio DBT se puede obtener una imagen de mamografía digital sintética DBT+2D (SDM) con características similares a FFDM. Los estudios de mamografía digital con DBT ofrecen múltiples imágenes mamográficas con baja dosis de radiación en la mama, mostrando una precisión diagnóstica significativamente mayor en comparación con FFDM.^{3,5} El propósito de este estudio es mostrar que la calidad de imagen de la proyección SDM es comparable o superior en comparación con FFDM y la dosis será significativamente menor con SDM en comparación con FFDM + DBT. Se incluye un estudio retrospectivo de pacientes que tuvieron mastografía FFDM + DBT para comparar la calidad de imagen y la AGM.

Materiales y Métodos

En este estudio se usó el sistema de mamografía digital Selenia Dimensions con FFDM y DBT del Hospital Juárez de México. En el periodo de enero a diciembre de 2020 se realizó un estudio retrospectivo para comparar calidad de imagen y dosis con FFDM y con imágenes obtenidas de mamografía sintética DBT +2D (SDM). Seleccionando 113 pacientes que tuvieron mamografías de FFDM y DBT más la información de las dosis de radiación recibidas. Las edades de las pacientes fueron entre 24 y 80 años con una media de 50 años. También se llevó a cabo la comparación de las dosis recibidas en FFDM y DBT, en las mediciones fueron empleados un dosímetro RadCal Accu-Gold, el maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR), así como diversos accesorios para dosimetría.

Dosis Glandular FFDM y DBT

En la determinación de las dosis absorbidas se usaron los conceptos de kerma aire en la superficie de entrada de la mama y la dosis glandular media (AGM) aplicando la metodología del American College of Radiology (ACR) y de American Association of Physicists in Medicine del Report of AAPM Tomosynthesis Subcommittee Task Group 223.⁶ La dosis glandular media AGD en DBT se determinó a partir de la AGD en FFDM considerando la combinación ánodo/filtro para ésta (W/Ag) y DBT (W/AI). La dosis glandular media (D_g) en FFDM usando la notación de la referencia se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$D_g = D_{gN} X_{esak} \quad (1)$$

Donde X_{esak} es el kerma de aire en la superficie de entrada en mGy y D_{gN} es el factor de conversión a dosis glandular media.⁷ El factor de conversión D_{gN} es determinado por simulación Monte Carlo y depende del espectro del haz (kV, CHR) y la combinación ánodo/filtro.⁷ Para el cálculo de dosis glandular en tomosíntesis DBT se usó la ecuación:

$$D_g N_{DBT} = D_g N_{FFDM} \left(\frac{\sum_{\alpha=\alpha_{MIN}}^{\alpha_{MAX}} RGD(\alpha)}{N(\alpha)} \right) \quad (2)$$

Donde $D_{\alpha} N_{DBT}$ es la dosis glandular que se normaliza para una adquisición de tomosíntesis completa en función de la $D_{\alpha} N_{FFDM}$ que es la dosis glandular normalizada en FFDM y $RGD(\alpha)$ la dosis glandular relativa por ángulo de proyección y $N(\alpha)$ número de proyecciones angulares.⁶

Imágenes de FFDM y DBT

En FFDM se obtuvieron imágenes en proyecciones CC (cráneo caudal) y MLO (medio lateral oblicua) y en DBT las imágenes fueron obtenidas mediante 15 proyecciones de dosis baja a lo largo de un arco de 15 grados. Las imágenes fueron reconstruidas como una imagen sintética en 2D (SDM) para cada grupo de imágenes. Con la reconstrucción de las imágenes SDM fueron obtenidas las proyecciones convencionales CC y MLO para comparar con FFDM. En la primera etapa fue realizado un análisis de las imágenes FFDM y SDM en términos de nitidez, contraste y ruido en la región de la lesión mostrada en las imágenes por dos médicos radiólogos especializados en mastografía y en el uso de ambas técnicas (FFDM y DBT), a quienes se les dio instrucciones de cómo calificar las imágenes en una escala de 1 a 5 (1 muy indistinto; 2 indistinto, 3 regular; 4 claro, 5 muy claro). Con los puntajes fue elaborada una base de datos. En la segunda etapa los médicos radiólogos evaluaron diferentes características clínicas de las lesiones mostradas en las imágenes (masas, calcificaciones y asimetrías) en FFDM y DBT en una escala de 0 a 2 (0 FFDM mejor; 1 iguales FFDM y SDM, 2 SDM mejor).

Resultados

En el análisis de las imágenes en busca de lesiones en la mama de las pacientes se encontró 61 pacientes con masas, 22 con calcificaciones, 30 con asimetrías, quedaron incluidas 17 masas con calcificaciones y 7 asimetrías con calcificaciones, en total de 113 pacientes. Con los resultados de patología se encontró que la sensibilidad diagnóstica para SDM fue de 95.6 % y para FFDM 92.3 %, mientras que la especificidad para SDM fue 98 % y para FFDM 95.5 %. Los resultados de las dosis de radiación mostraron que el kerma aire en la superficie de entrada y AGD para las diferentes proyecciones fueron menores en DBT que FFDM como se muestra en la Tabla 1.

Se evaluó la concordancia entre observadores, obteniendo un valor kappa entre los observadores de aproximadamente 0.8, lo que determina un nivel de concordancia muy bueno. Posteriormente se asignó una puntuación a la visibilidad de la lesión dada (1-5), donde SDM obtuvo una puntuación más alta en la prueba de visibilidad de la lesión de 4.03 en comparación con FFDM de 3.82, con un valor de $p < 0.001$. Para el número elegido como la mejor modalidad

Tabla 1

Dosis de radiación en FFDM y DBT

Dosis de radiación		DBT	FFDM
Kerma aire en la superficie de entrada (mGy)		14.1 ± 0.5	20.7 ± 0.5
Dosis Glandular Media (mGy)	CC Izquierda	2.20 ± 0.5	2.86 ± 0.5
	CC Derecha	1.82 ± 0.5	2.17 ± 0.5

Fuente de Elaboración: propia.

en la imagen mamográfica se realizó el análisis de las imágenes en base a tres categorías: contraste (Aceptable (1), No aceptable (2)), Ruido (Si (1), No (2)) y Nitidez (Aceptable (1), No aceptable (2)), con un resultado que muestra a SDM con valores superiores a FFDM, (Tabla 2).

Al elegir la mejor modalidad y evaluar características detalladas como masa, calcificación y asimetría, se eligió a SDM para ser igual o mejor que FFDM. Los porcentajes del número asignado por los lectores para cada categoría son: masas 54 % (61 pacientes), mejor modalidad SDM 26.5 % (30 pacientes) mientras que FFDM 18.6 % (21 pacientes) y 8.8 % (10 pacientes) para ser iguales. Para calcificaciones 19.5 % (22 pacientes), DBT obtuvo 10.6 % (12 pacientes) como mejor modalidad y FFDM 6.2 % (7 Pacientes) y para un resultado igual con 2.7 % (3 pacientes). Y para asimetrías que equivalen a 26.5 % (30 pacientes), SDM obtuvo 13.3 % (15 pacientes) como mejor modalidad, mientras FFDM 4.4 % (10 pacientes) y 8.8% (10 pacientes) para la igualdad (Figura 1). El valor de chi-cuadrado fue de 0.021 que indica una concordancia muy buena entre las frecuencias observadas y esperadas.

Discusión

Se ha descubierto que la DBT es superior a FFDM tanto en entornos de detección como de diagnóstico para la detección temprana y seguimiento epidemiológico del cáncer de mama y está aprobada por la FDA para usarse en combinación con la FFDM.^{2,8} La adición de DBT a FFDM ofrece una precisión diagnóstica significativamente mayor, pero se ha reconocido el aumento de la dosis absorbida mediante la adquisición de DBT y FFDM.⁸ Para reducir la exposición a la radiación, varios proveedores han sugerido convertir los datos 3D obtenidos de DBT en imágenes 2D donde las imágenes reconstruidas en 2D tienen una calidad de imagen prometedora, no inferior a FFDM.⁴ Nuestro estudio se basó en la idea de que, si SDM no es inferior a FFDM en precisión diagnóstica y calidad de imagen al tiempo que proporciona menores exposiciones a la radiación, existe la posibilidad de que SDM reemplace a FFDM en lugar de usarse en conjunto. Al comparar las dos modalidades, SDM mostró una dosis de entrada y dosis glandular media más baja para ambas mamas, lo que proporciona exposiciones individuales bajas. La SDM mostró una dosis de radiación más baja en comparación con la FFDM en sí, esto implica que la realización de SDM sola disminuye la exposición a la radiación en comparación con el protocolo de diagnóstico actual de realizar DBT más FFDM en el Hospital Juárez de México, con datos que oscilan de 1,82 a 2,20 mGy, que están por debajo del límite de 3mGy establecido por la normativa mexicana.⁹ La SDM mostró puntuaciones más altas para la visibilidad de la lesión y fue elegida como mejor modalidad para distinguir masas, calcificaciones y asimetrías, lo que muestra que la SDM no solo es mejor, sino que también proporciona mejores resultados. En la visibilidad de la lesión, obtuvo una puntuación más alta en las tres categorías (calidad de imagen, contraste, ruido). Para elegir la mejor modalidad, los lectores evaluaron SDM igual o mejor que FFDM. Para masas y asimetrías, el porcentaje más alto recibió una puntuación de 2, lo que da como resultado que la DBT sobresale de la FFDM. Al comparar el porcentaje de puntuaciones de 0 (FFDM superior) y 2

Tabla 2

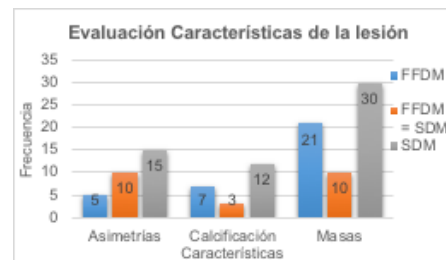
Puntaje promedio de visibilidad de la lesión para evaluar cada variable.

Variable	FFDM	SDM	p-Value
Nitidez	1.65	1.78	0.001
Contraste	1.61	1.65	0.004
Ruido	1.56	1.58	0.002
Visibilidad de la lesión	3.816	4.028	0.001

Fuente de Elaboración: propia.

Figura 1

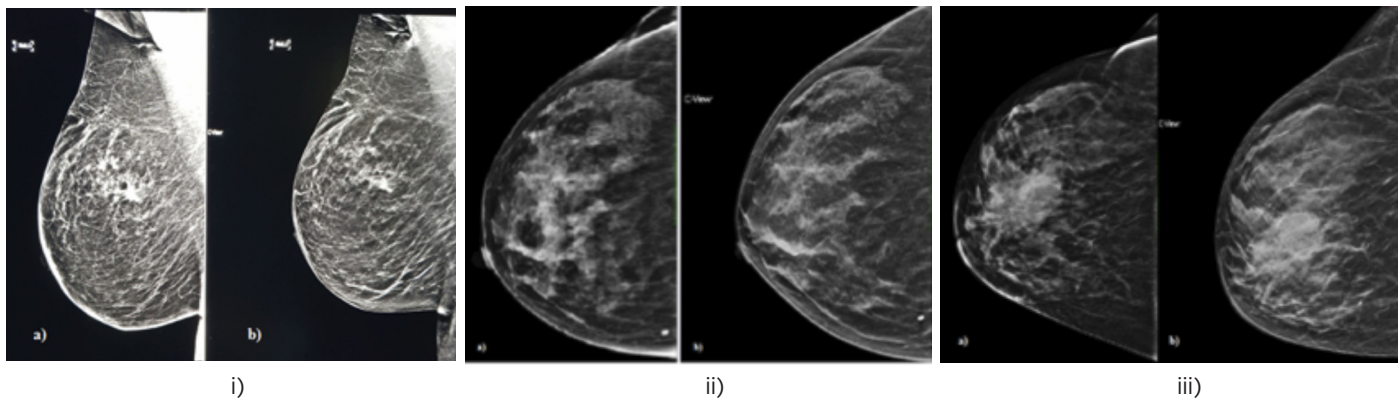
Gráfico de barras de frecuencia total de características de la lesión.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Evaluación de imágenes, i) proyección RCC Microcalcificación (a) FFDM, (b) SDM, ii) proyección RMLO a) FFDM y b) SDM, iii) proyección RCC nódulo distorsión a) FFDM y b) DBT con C-View



(SDM superior), 2 fue más común, lo que implica que se eligió SDM con una superioridad en asimetrías, calcificaciones y masas. Nuestro estudio sugiere que SDM tiene una mayor visibilidad no solo por las características previamente conocidas en las publicaciones (masa, asimetrías), sino también en la descripción clara de las calcificaciones. En la Figura 2 se muestran ejemplos de SDM comparada con FFDM para la evaluación de elección de la mejor modalidad. Este estudio es consistente con estudios previos similares que compararon a ambas, apoyando así que SDM no es inferior en la detección del cáncer y exposición a la radiación.⁴

Conclusiones

El estudio de la calidad de imagen y dosis de radiación entre FFDM y SDM en el Hospital Juárez de México, muestra que la calidad de imagen es superior en SDM, con dosis de radiación inferiores que en FFDM, comparado con el uso combinado de las dos modalidades. Se puede concluir que SDM tiene una mayor calidad de imagen en comparación con FFDM.

Referencias

1. Gaona E. Optimización de la calidad de imagen en la mamografía analógica y su comparación con la mamografía digital [tesis doctoral]. México: Instituto Politécnico Nacional; 2012.
2. Hofvind S, Hovda T, Holen ÅS, Lee CI, Albertsen J, Bjørndal H, et al. Digital breast tomosynthesis and synthetic 2D mammography versus digital mammography: Evaluation in a population-based screening program. *Radiology*. 2018; 287 (3): 787-794.
3. Vecchio S, Albanese A, Vignoli P, Taibi A. A novel approach to digital breast tomosynthesis for simultaneous acquisition of 2D and 3D images. *Eur Radiol*. 2011; 21(6):1207-13.
4. Yoonmi Choi, Ok-hee Woo, Hye-sun Shin, et al. Quantitative analysis of radiation dosage and image quality between digital breast tomosynthesis (DBT) with two-dimensional synthetic mammography and full-field digital mammography (FFDM). *Clinical Imaging*. 2019; 55:12-17.
5. Maldera A, De Marco P, Colombo PE, Origgi D, Torresin A. Digital breast tomosynthesis: Dose and image quality assessment. *Medical Physics*. [internet]. 2017 Jan; 33: 56-67. Consultado el 24 de junio de 2020. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28010921/>. DOI: 10.1016/j.ejmp.2016.12.004.
6. Sechopoulos I, Sabol JM, Berglund J, Bolch WE, Brateman L, Christodoulou E, et al. Radiation dosimetry in digital breast tomosynthesis: Report of AAPM Tomosynthesis Subcommittee Task Group 223. *Medical Physics*. 2014; 41(9): 1-10.
7. Bushberg JT. *The Essential Physics of Medical Imaging*, Third Edition. Philadelphia: Medical Physics; 2012. p. 238-281.
8. Pichio, R., Delrieux, C., & Rodríguez, E. (2020). Parámetros de calidad de imagen de tomosíntesis mamaria: Estudios con fantasmas antropomórficos deformables. 2020; 5:1-6.
9. Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-041-SSA2-2012 Para la prevención, diagnóstico, tratamiento, control y vigilancia epidemiológica del cáncer de mama. *Diario Oficial la Federación*. 9 de junio de 2011; primera sección. p. 20-48