

Programa de Control de Calidad para Optimizar Dosis-Calidad de Imagen en un Sistema de Mamografía Digital FFDM con DBT

Quality Control Program to Optimize Dose-Image quality
in a Digital Mammography System FFDM with DBT

Enrique Gaona*, Nelly Molina-Frechero¹, Jesús Gabriel Franco Enríquez, Enrique Castañeda Castaneira

GAONA, E.; MOLINA-FRECHERO, N.; FRANCO ENRÍQUEZ, J.G.; CASTAÑEDA CASTANEIRA, E. Programa de Control de Calidad para Optimizar Dosis-Calidad de Imagen en un Sistema de Mamografía Digital FFDM con DBT. *J. health med. sci.*, 9(3):75-82, 2023.

RESUMEN: El objetivo de este estudio fue establecer y mantener activo un programa de control de calidad semanal en un sistema de mamografía digital de campo completo (FFDM) con tomosíntesis digital de mama (DBT) para optimizar la relación dosis-calidad de imagen en el tamizaje mamográfico y en el diagnóstico de las patologías de la mama, así como determinar la sensibilidad y especificidad en el periodo 2019-2022. Las imágenes mamográficas fueron obtenidas con el maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR) como parte del programa de control de calidad y con el uso de un dosímetro se determinó la dosis glandular media (DGM). También se midieron otras variables que afectan calidad de imagen y dosis. La imagen optimizada tiene el potencial de reducir la tasa de mortalidad por cáncer de mama debido a que el cáncer de mama es un problema de salud pública en los países en vías de desarrollo. Los resultados generales en el periodo del estudio se ilustran con graficas e intervalos de confianza al 95% (IC, 95%), además los valores numéricos se expresan en términos del error estándar de la media con 95% de confianza. Para mamografía digital de campo completo (FFDM): mAs = 160 ± 3.74 , kVp = 28, dosis glandular media (DGM) = 1.69 ± 0.02 mGy, razón señal-ruido (SNR) = 62.20 ± 0.67 , razón contraste-ruido (CNR) = 12.16 ± 0.15 y para tomosíntesis digital de mama (DBT): mAs = 61.42 ± 1.14 , kVp = 29, dosis glandular media (DGM) = 1.54 ± 0.01 mGy. Los valores de las diferentes variables fueron determinados de acuerdo a la metodología del fabricante (Hologic, 2011). Los valores de la sensibilidad y la especificidad fueron para mamografía digital de campo completo (FFDM) sensibilidad 91% y especificidad 94% y para tomosíntesis digital de mama (DBT) sensibilidad 94% y especificidad 97%. Los resultados de dosis y calidad de imagen en ambas modalidades mamografía digital de campo completo (FFDM) y tomosíntesis digital de mama (DBT) muestran que el programa de control de calidad se mantuvo operativo durante el estudio manteniendo una relación optimizada entre dosis y calidad de imagen.

PALABRAS CLAVE: mamografía digital de campo completo (FFDM), tomosíntesis digital de mama (DBT), Dosis, Calidad de imagen, Sensibilidad, Especificidad.

INTRODUCCIÓN

En el año 2020, se estimó a nivel mundial 19.3 millones de nuevos casos de cáncer y casi 10.0 millones de muertes por cáncer, así mismo el cáncer de mama femenino sobrepasó al cáncer de pulmón como el cáncer más comúnmente diagnosticado, con aproximadamente 2.3 millones de casos nuevos que representan el 11.7% (Sung *et al.*, 2021). El cáncer de mama es el cáncer más común y la causa más común de muerte por cáncer en las mujeres en

las Américas, en 2020, hubo más de 210,000 nuevos diagnósticos de cáncer de mama en América Latina y el Caribe, y casi 68,000 muertes (OPS, 2023). En México el cáncer de mama es la primera causa de muerte en mujeres mayores de 25 años y se ha convertido en un problema de salud nacional y la tasa de muerte por cáncer de mama en México aumenta anualmente (SSA, 2021) (Gaona *et al.*, 2017). El pronóstico después de un diagnóstico de cáncer de mama ha mejorado drásticamente en los países de altos ingresos, los cuales han tenido una disminución del 40% en mortalidad por cáncer de mama

¹ Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Calz. del Hueso 1100, 04960 Ciudad de México, México.

* Correo electrónico: gaen1310@correo.xoc.uam.mx

(estandarizada por edad) entre 1980 y 2020, tras la introducción de programas de detección temprana y protocolos de tratamiento estandarizados (OPS, 2023). En los programas de detección temprana están incluidos los programas de control de calidad de los sistemas de mamografía que deben garantizar una optimización entre calidad de imagen y dosis que resultará en mayor probabilidad de éxito en la detección precoz del cáncer de mama.

En un estudio realizado por Fleitas *et al.* (2006) en el cual realizaron un muestreo de la calidad de imagen mamográfica en 5 países latinoamericanos, los resultados mostraron imágenes clínicas de la peor calidad y una baja tasa de detección de cáncer mama, entre los países evaluados incluye a México. Esos resultados muestran la ausencia de programas de control de calidad en mamografía, la ausencia de físicos médicos en radiología diagnóstica y un número pequeño de médicos radiólogos con especialidad en mamografía.

La mamografía digital de campo completo (FFDM) tiene un papel primario en la detección temprana del cáncer de mama pero tiene algunas desventajas en mujeres jóvenes o con mamas densas las cuales son superadas utilizando adicionalmente tomosíntesis digital de mama (DBT) tales como reducir el traslape de tejidos, la visualización de pequeñas masa espiculadas, asimetrías y distorsiones de la arquitectura aunque también puede detectar lesiones que dan falsos positivos (Korhonen *et al.*, 2016) (Lang *et al.*, 2014) (Skaane *et al.*, 2012) (Ohuchi *et al.*, 2016). Por otra parte, algunos autores hacen referencia que el modo DBT no aporta un mejoramiento en la detección de calcificaciones malignas (Spangler *et al.*, 2011) (Gilbert *et al.*, 2015), aunque se pueden visualizar calcificaciones que no son visible en mamografía digital de campo completo (FFDM) (Bernardi *et al.*, 2014). Las limitaciones de la mamografía en modo tomosíntesis digital de mama (DBT) han mejorado con los recientes avances de la mamografía sintetizada (DBT + 2D) aumentando la sensibilidad y especificidad en comparación con la mamografía digital de campo completo (FFDM), logrando que la tomosíntesis digital de mama (DBT) + 2D tenga igual o mayor exactitud que la mamografía digital de campo completo (FFDM) en la detección del cáncer de mama (Mariscotti *et al.*, 2017) (Caumo *et al.*, 2018) (Bernardi *et al.*, 2016).

Actualmente, existe un acuerdo general en que la mamografía de tamizaje con programas de

control de calidad tiene el potencial de reducir la tasa de mortalidad por cáncer de mama hasta en un 30% (Tabár *et al.*, 2011). Aunque también la morbilidad de la enfermedad y el tratamiento se reduce con un diagnóstico temprano (Plecha *et al.*, 2014).

La mamografía digital de campo completo (FFDM) es una técnica de diagnóstico por imagen que utiliza la tecnología digital para capturar, almacenar y desplegar en pantalla imágenes de la mama. La mamografía digital de campo completo permite una mejor visualización de signos de patología y de las estructuras normales de la mama en comparación con la mamografía de película-pantalla, lo que puede mejorar la detección temprana del cáncer de mama (Gazmuri y Espinoza, 2002). La tomosíntesis digital de mama (DBT) o mamografía 3D es una forma avanzada de la mamografía digital de baja dosis para generar imágenes de la mama en diferentes ángulos y la computadora del sistema de mamografía hace la reconstrucción para crear una imagen tridimensional de la mama reduciendo superposición de tejido mamario y mejorando la visualización de signos de patología en la mama (Healy, 2023).

La sensibilidad en mamografía es la capacidad de detectar anomalías/tumores/cáncer en la mama, y la especificidad es la capacidad de diferenciar entre patologías benignas y malignas de la mama con una alta probabilidad de éxito La sensibilidad y la especificidad son medidas importantes de la precisión diagnóstica de una prueba, pero no pueden usarse para estimar la probabilidad de enfermedad en un paciente individual (Akobeng, 2007).

El objetivo de este estudio fue establecer y mantener activo un programa de control de calidad semanal en un sistema de mamografía digital de campo completo (FFDM) con tomosíntesis digital de mama (DBT) para optimizar la relación dosis-calidad de imagen en el tamizaje mamográfico y en el diagnóstico de las patologías de la mama, y así determinar los mejores valores de sensibilidad y especificidad del servicio de mamografía de un Hospital General en México en el periodo de 2019 a 2022.

MATERIAL Y MÉTODO

Al terminar la instalación del sistema mamografía digital de campo completo (FFDM) con tomosíntesis digital de mama (DBT) marca Hologic

modelo Selenia Dimensions se realizaron las pruebas de aceptación y comisionamiento con éxito de acuerdo al manual de control de calidad del fabricante (Hologic, 2011). El sistema de mamografía tiene las siguientes combinaciones de ánodo/filtro en mamografía digital de campo completo (FFDM) W/Rh y W/Ag y en tomosíntesis digital de mama (DBT) W/Al. Terminando la instalación se implementó un programa de control de calidad semanal tomando como referencia el manual del fabricante, con los siguientes equipos y accesorios: maniquí del ACR (Colegio Americano de Radiología), maniquís para campo plano, accesorios y un detector marca PTW modelo nomex para medir la dosis glandular media (DGM) por proyección usando los modelos de (Dance DR *et al.*, 2009; Ioannis *et al.*, 2014).

Los valores de referencia iniciales de comisionamiento fueron: En mamografía digital de campo completo (FFDM): mAs: [155, 170], CHR > 0.50 mmAl (W/Rh), resolución del sistema 8 pl/mm, kV = 28 ± 1 , dosis glandular media (DGM): [1.60, 1.90] mGy, razón señal-ruido (SNR) ≥ 40 , razón contraste-ruido (CNR): $12.0 \pm 15\%$. Número de estructuras visualizadas en la imagen del maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR): 13. En tomosíntesis digital de mama (DBT): kV = 29 ± 1 , mAs: [58.0, 64.0], dosis glandular media (DGM): [1.50, 1.70] mGy, Número de estructuras visualizadas en la imagen del maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR): 10, en ambas modalidades se usó el control de exposición automático (CAE).

La especificación de las variables usadas para evaluar calidad de imagen y dosis depende de las especificaciones del manual de control de calidad del fabricante que fue aprobado en el país de origen, en nuestro caso el manual de control de calidad del sistema Hologic Selenia Dimensions fue aprobado por el FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) y el ACR (Colegio Americano de Radiología) de los Estados Unidos de América. Existen otros protocolos para control de calidad en mamografía como el protocolo español y el protocolo del OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), pero en México estamos obligados por legislación a usar el manual de control de calidad del fabricante que incluye los maniquís (campo plano y maniquí del ACR) y software y no necesario usar otro protocolo de control de calidad.

Las variables en relacionadas con calidad de imagen en el modo mamografía digital de campo

completo (FFDM) fueron valores de kVp, mAs, dosis glandular media (DGM), razón señal-ruido (SNR), razón contraste-ruido (CNR) y en el modo tomosíntesis digital de mama (DBT) se midieron valores de kVp, mAs, dosis glandular media (DGM) y en ambos modos se midió calidad de imagen usando el maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR) considerando que en México la legislación establece que el control de calidad se debe realizar conforme al manual del fabricante y el fabricante especifica usar el maniquí mamografía que describe el manual de control de calidad del Colegio Americano de Radiología (ACR) de 1999 y no el maniquí para mamografía digital que describe el manual de control de calidad del Colegio Americano de Radiología (ACR) de 2018. Se correlacionaron las características mamográficas con los resultados de anatomía patológica de 100 pacientes en un muestreo por conveniencia y se determinaron los valores de sensibilidad y especificidad. La calidad de la imagen se evaluó de manera convencional determinando la puntuación total de las estructuras resueltas en la imagen del maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR) en proyección cráneo-caudal (CC), la adquisición de las imágenes del maniquí fueron usando el control automático de exposición (CAE) con autofiltro. El estudio fue realizado durante los años 2019 a 2022 en el servicio de mamografía de un Hospital General en México.

RESULTADOS

Los resultados generales en el periodo del estudio se ilustran con graficas e intervalos de confianza al 95% (IC, 95%), además los valores numéricos se expresan en términos del error estándar de la media con 95% de confianza. Para mamografía digital de campo completo (FFDM): mAs = 160 ± 3.74 , kVp = 28, dosis glandular media (DGM) = 1.69 ± 0.02 mGy, razón señal-ruido (SNR) = 62.20 ± 0.67 , razón contraste-ruido (CNR) = 12.16 ± 0.15 y para tomosíntesis digital de mama (DBT): mAs = 61.42 ± 1.14 , kVp = 29, dosis glandular media (DGM) = 1.54 ± 0.01 mGy. Los valores de las diferentes variables fueron determinados de acuerdo a la metodología del fabricante (Hologic, 2011).

En la Figura 1 indica la distribución de los intervalos de confianza de los valores de la razón señal-ruido (SNR) durante el estudio, en el segundo año de operación vemos una reducción estadís-

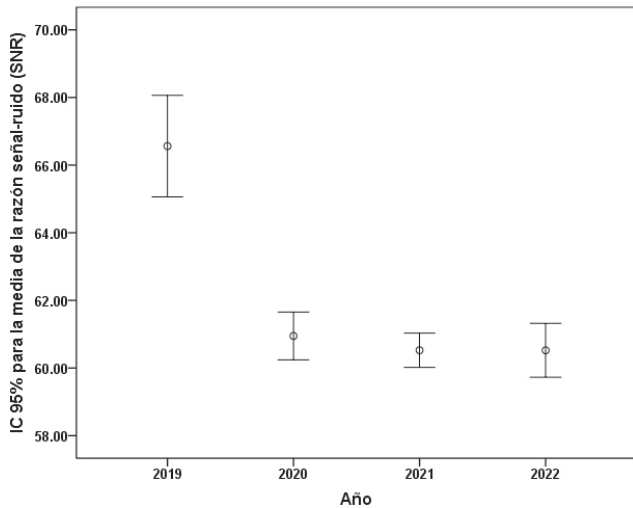


Figura 1. Indica la distribución de los intervalos confianza de la media (IC, 95%) para los valores del razón señal-ruido (SNR).

ticamente significativa ($p < 0.05$) debido a procedimientos de mantenimiento preventivo, correctivo y calibración electrónica, aunque los valores de razón señal-ruido (SNR) se mantiene dentro de los valores de referencia ≥ 40 y no se afectó la calidad de imagen. El programa de control de calidad también tiene como propósito asegurar que la calidad de imagen y dosis no sean afectados por procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.

En la Figura 2 se ilustra la distribución de los intervalos de confianza de la razón contraste-ruido

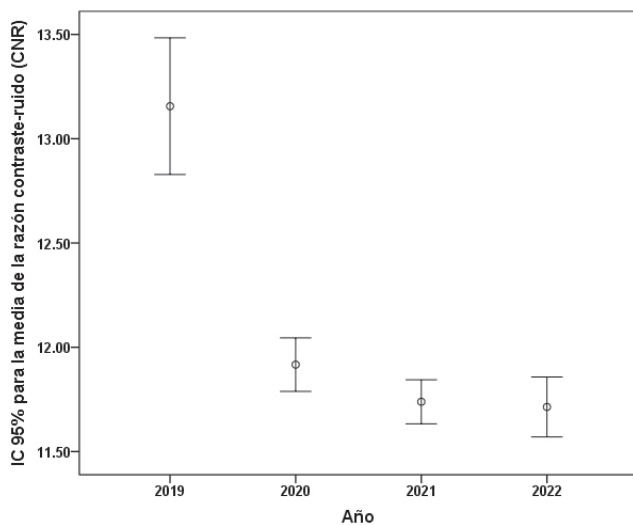


Figura 2. Ilustra la distribución de los intervalos confianza de la media (IC, 95%) para los valores del razón contraste-ruido (CNR).

(CNR) durante el estudio. En el primer año los valores de razón contraste-ruido (CNR) fueron mayores a 13 pero a partir del segundo año estos valores se mantuvieron dentro de los intervalos de confianza del 95%, no afectando calidad de imagen. Los cambios en el CNR en el segundo año es consecuencia de calibración electrónica por mantenimiento correctivo.

La Figura 3 se muestra la distribución de los intervalos de confianza de los valores de la dosis glandular media (DGM) en mGy en mamografía digital de campo completo (FFDM) por proyección cráneo-caudal (CC) y la gráfica muestra que no hay diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) durante el estudio y sus valores promedio están dentro de los intervalos de confianza del 95% y dentro de los límites de 3 mGy por proyección establecido como límite regulatorio.

La Figura 4 se muestra distribución de los intervalos de confianza los valores de la dosis glandular media (DGM) en mGy en tomosíntesis digital de mama (DBT) por proyección cráneo-caudal (CC) y la gráfica ilustra que hay un aumento estadísticamente significativo ($p < 0.05$) en el segundo año y su valor promedio está fuera de los valores basales o de referencia inicial, pero están dentro de los 3 mGy por proyección. El incremento de la dosis fue consecuencia de mantenimiento y ajuste electrónico, pero no afecto calidad de imagen.

La Figura 5 se muestra la distribución gráfica del número de estructuras resueltas observadas

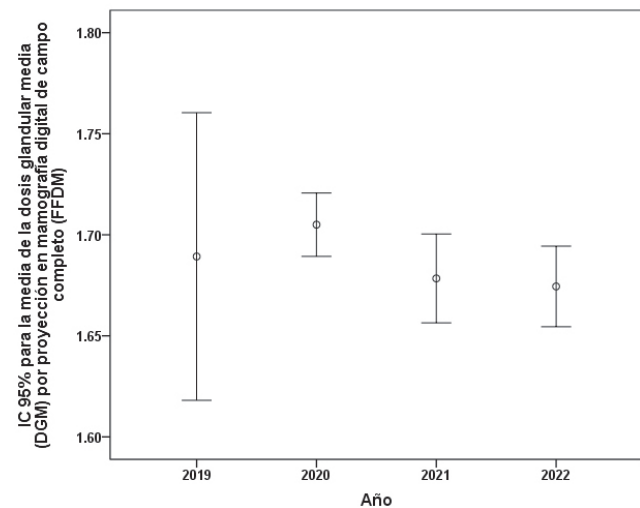


Figura 3. Muestra la distribución de los intervalos confianza de la media (IC, 95%) para la dosis glandular media (DGM) por proyección cráneo-caudal (CC) en mGy en mamografía digital de campo completo (FFDM).

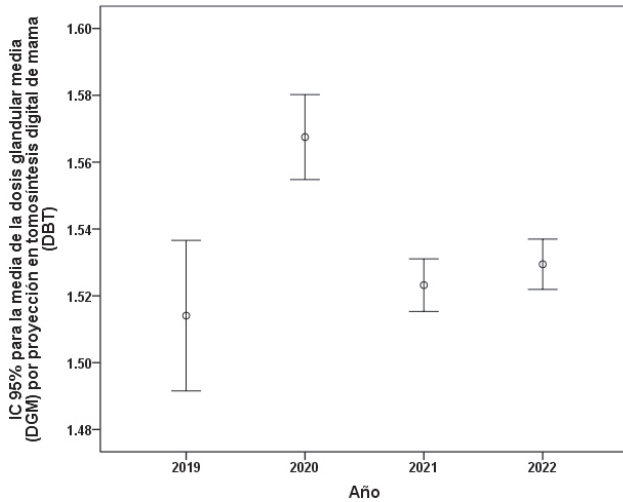


Figura 4. Muestra la distribución los intervalos confianza de la media (IC, 95%) para la dosis glandular media (DGM) por proyección craneo-caudal (CC) en mGy en tomosíntesis digital de mama (DBT).

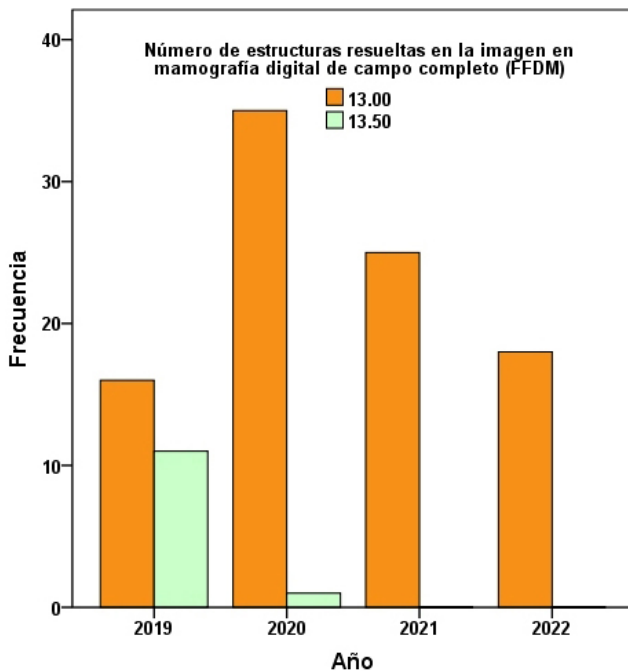


Figura 5. Indica la distribución gráfica del número total de estructuras resueltas por imagen del maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR) en mamografía digital de campo completo (FFDM).

en la imagen del maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR) en mamografía digital de campo completo (FFDM). La calidad de la imagen se evaluó en la estación de trabajo con las imágenes ob-

tenidas del maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR) de acuerdo con el Manual de control de calidad de mamografía del Colegio Americano de Radiología (ACR) de 1999. Las estructuras más frecuentes en la imagen fueron 13 (5 fibras, 4 grupos y 4 masas).

En la Figura 6, se muestra la distribución gráfica del número de estructuras resueltas observadas en la imagen del maniquí en tomosíntesis digital de mama (DBT). El número de estructuras observadas en las imágenes del maniquí fueron mayores a 10.

Los valores de la sensibilidad y la especificidad del servicio de mamografía usando los resultados de patología durante el estudio fueron para mamografía digital de campo completo (FFDM) sensibilidad 91% y especificidad 94% y para tomosíntesis digital de mama (DBT) sensibilidad 94% y especificidad 97%. Considerando un muestreo por conveniencia de 100 pacientes.

DISCUSIÓN

La evaluación objetiva de los parámetros que influyen en la calidad de la imagen clínica y en el diagnóstico médico a menudo se realiza mediante métricas físicas como la razón señal-ruido (Figura 1) y la razón contraste-ruido (Figura 2). Estas métricas físicas tienen un intervalo de variación aceptable de acuerdo al comisionamiento del sistema de mamografía y especificaciones del fabricante. En el caso de la razón señal-ruido (SNR) conforme el valor calculado sea mucho mayor a 40 (Figura 1) y los valores de la razón contraste-ruido (CNR) sean mayores (Figura 2) la calidad de imagen es superior como lo muestra la Figura 5 al comparar el primer año con el segundo año aunque la dosis media glandular permanece sin cambios dentro del intervalo de confianza (Figura 3). Aunque en algunos casos se aumenta la dosis glandular media (Figura 4) y no mejora la calidad de imagen (Figura 6) pero se mantiene dentro de la tolerancia sin tener que hacer una calibración electrónica en el modo tomosíntesis digital de mama. Cuando se aumenta la dosis mediante el selector SNR (razón señal-ruido) en la consola del operador y no aumenta la calidad de imagen se requiere de mantenimiento correctivo y calibración electrónica. El fabricante en las rutinas de mantenimiento hace calibraciones electrónicas que pueden afectar las métricas físicas relacionadas con calidad

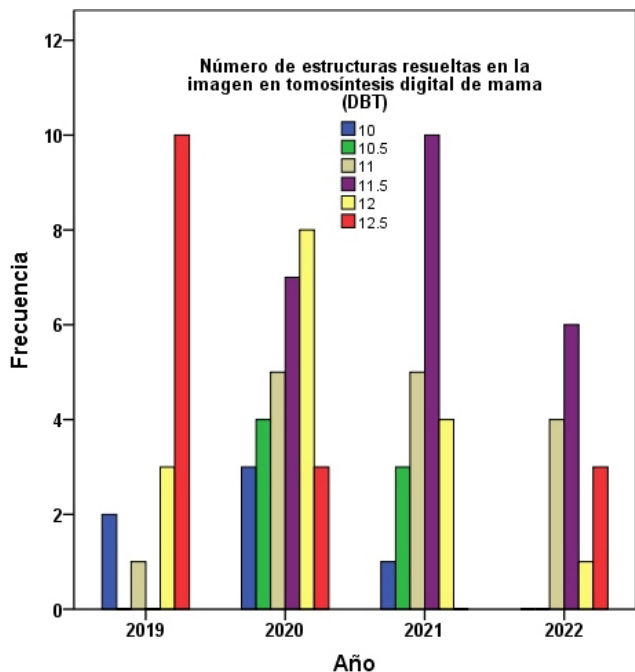


Figura 6. Ilustra la distribución gráfica del total de estructuras resueltas en la imagen del maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR) en tomosíntesis digital de mama (DBT).

de imagen-dosis y es el papel del físico médico asegurarse que esas calibraciones no afecten calidad de imagen-dosis (optimización).

Los hallazgos también mostraron que la dosis glandular media por proyección en mamografía digital de campo completo (FFDM) es un 9.1% mayor que en tomosíntesis digital de mama (DBT). La dosis glandular media (DGM) en mamografía digital de campo completo (FFDM) durante el periodo del estudio fue de 1.69 mGy por proyección, valor muy similar al encontrado de 1.51 mGy por Suleiman (2017). Los resultados muestran que es factible sustituir mamografía digital de campo completo (FFDM) por mamografía sintética que es tomosíntesis digital de mama (DBT) + 2D y las dosis a los pacientes serían mucho menores.

La calidad de imagen evaluada a través de las imágenes del maniquí del Colegio Americano de Radiología (ACR) el puntaje con mayor frecuencia fueron 13 estructuras observadas (5 fibras, 4 grupos y 4 masas) en mamografía digital de campo completo (Figura 5) y en tomosíntesis digital de mama (Figura 6) se observaron más de 10 estructuras. El mínimo establecido en la manual del Colegio Americano de Radiología de 1999 son 4 fibras 3 grupos

y 3 masas en total 10. En general los puntajes de calidad de imagen durante el estudio son superiores al mínimo establecido por el Colegio Americano de Radiología (ACR). Los resultados de sensibilidad y especificidad mostraron valores similares o superiores a los encontrados por otros autores (Weigel *et al.*, 2017) (Uematsu., 2022) (Kriege *et al.*, 2006) (Kemp *et al.*, 2015) (Lei *et al.*, 2014).

Los resultados en general ilustran que el programa de control de calidad se mantuvo operativo durante el periodo del estudio manteniendo una relación optimizada entre dosis y calidad de imagen, con una imagen optimizada el médico radiólogo tiene una mayor probabilidad de éxito en visualizar lesiones en la imagen de la mama que más tarde se pueden convertir en cáncer logrando un diagnóstico temprano en las mujeres que acuden a tamizaje y en mamografía diagnóstica para caracterizar una amplia variedad de enfermedades mamarias, especialmente el cáncer.

ABSTRACT: The objective of this study was to establish and maintain active a weekly quality control program in a full-field digital mammography (FFDM) system with digital breast tomosynthesis (DBT) to optimize the dose-image quality relationship in mammographic screening and in diagnosis of breast pathologies, as well as determining sensitivity and specificity in the period 2019-2022. Mammographic images were obtained with the American College of Radiology (ACR) phantom as part of the quality control program and the mean glandular dose (DGM) was determined with a dosimeter. Other variables that affect image quality and dose were also measured. Optimized imaging (image quality-dose) has the potential to reduce the breast cancer mortality rate because breast cancer is a public health problem in developing countries. The general results in the study period are illustrated with graphs and 95% confidence intervals (CI, 95%), in addition the numerical values are expressed in terms of the standard error of the mean with 95% confidence, For full field digital mammography (FFDM): mAs = 160.3 ± 3.74 , kVp = 28, mean glandular dose (DGM) = 1.69 ± 0.02 mGy, signal-to-noise ratio (SNR) = 62.20 ± 0.67 , contrast-to-noise ratio (CNR) = 12.16 ± 0.15 and for tomosynthesis digital breast (DBT): mAs = 61.42 ± 1.14 , kVp = 29, mean glandular dose (DGM) = 1.54 ± 0.01 mGy. The values of the different variables were determined according to the manufacturer's methodology. Mammography facility sensitivity and specificity values were determined using pathology results during the study. For FFDM mode they were sensitivity 91% and specificity 94% and for DBT mode they were sensitivity 94% and specificity 97%. The dose and image quality results in both full field digital mammography (FFDM) and digital breast tomosynthesis (DBT) modalities show that the quality control program remained operational during

the study while maintaining an optimized relationship between dose and image quality.

KEYWORDS: full field digital mammography (FFDM), digital breast tomosynthesis (DBT), Dose, Image quality, Sensitivity, Specificity.

REFERENCES

- ACR. Mammography Quality Control Manual. Reston, College of Radiology, 1999.
- Akobeng, A.K. Understanding diagnostic tests 1: sensitivity, specificity and predictive values. *Acta Paediatrica*, 96: 338-341, 2007. doi:10.1111/j.1651-2227.2006.00180.x
- Bernardi, D.; Caumo, F.; Macaskill, P. *et al.* Effect of integrating 3D-mammography (digital breast tomosynthesis) with 2D-mammography on radiologists' true-positive and false-positive detection in a population breast screening trial. *Eur J Cancer*, 50(7): 1232-1238, 2014.
- Bernardi, D.; Macaskill, P.; Pellegrini, M. *et al.* Breast cancer screening with tomosynthesis (3D mammography) with acquired or synthetic 2D mammography compared with 2D mammography alone (STORM-2): a population-based prospective study. *Lancet Oncol.*, 17(8): 1105-1113, 2016.
- Caumo, F.; Zorzi, M. Brunelli S, *et al.* Digital breast tomosynthesis with synthesized two-dimensional images versus full-field digital mammography for population screening: outcomes from the Verona screening program. *Radiology*, 287(1): 37-46, 2018.
- Dance, D.R.; Young, K.C. & Van Engen, R.E. Further factors for the estimation of mean glandular dose using the United Kingdom, European and IAEA breast dosimetry protocols. *Phys Med Biol.*, 54: 4361-4372, 2009.
- Fleitas, I.; Caspani, C.C.; Borrás, C.; Plazas, M.C.; Miranda, A.A.; Brandan, M.E. *et al.* La calidad de los servicios de radiología en cinco países Latinoamericanos. *Rev. Panam. Salud Publ.*, 20: 113-124, 2006.
- Gaona, E.; Izel, O.S.; Arenas, V. Bernal, M.S. *et al.* Efficiency indicators of mammography in the detection of breast cancer early stages: exploratory study in Mexico. *Int. J. Appl. Sci. Technol.*, 7(4), 2017.
- Gazmuri P., Pilar, & Espinoza N., Arturo. Mamografía "Full Digital" Directa o en Campo Completo: Experiencia Preliminar. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 67(5): 343-348, 2002. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75262002000500002>
- Gilbert, F.J.; Tucker, L.; Gillan, M.G. *et al.* Accuracy of digital breast tomosynthesis for depicting breast cancer subgroups in a UK retrospective reading study (TOMMY trial). *Radiology*, 277(3): 697-706, 2015.
- Healy M. Tomosintesis digital de mama (mamografía en 3D), Oncolink, 2023, disponible en: (<https://es.oncolink.org/tratamiento-del-cancer/procedimientos-y-pruebas-de-diagnostico/radiology-tests/tomosintesis-digital-de-mama-mamografia-en-3d>) [Consultado el 25 de octubre 2023].
- Hologic. Quality Control Manual Selenia Dimensions 2D FFDM, Selenia Dimensions DBT, Revision 003. *Hologic*, 2011.
- Ioannis, S. *et al.* Radiation dosimetry in digital breast tomosynthesis: Report of AAPM Tomosynthesis Subcommittee Task Group 223. *Med. Phys.*, 41(9), 2014. <https://doi.org/10.1118/1.4892600>
- Kemp, J. K.; O'Meara, E.S.; Key, D.; Buist, S.M.; Kerlikowske, D.; Vejborg, K.I.; Sprague, B.L.; Lynge, E. & von Euler-Chelpin, M. Comparing sensitivity and specificity of screening mammography in the United States and Denmark. *Int. J. Cancer*, 137: 2198-2207, 2015. <https://doi.org/10.1002/ijc.29593>
- Korhonen, K.E.; Weinstein, S.P.; McDonald, E.S. & Conant, E.F. Strategies to increase cancer detection: review of true-positive and false-negative results at digital breast tomosynthesis screening. *RadioGraphics*, 36(7): 1954-1965, 2016.
- Kriege, M.; Brekelmans, C.T.M.; Obdeijn, I.M. *et al.* Factors Affecting Sensitivity and Specificity of Screening Mammography and MRI in Women with an Inherited Risk for Breast Cancer. *Breast Cancer Res Treat.*, 100: 109-119, 2006. <https://doi.org/10.1007/s10549-006-9230-z>
- Lång, K.; Andersson, I. & Zackrisson, S. Breast cancer detection in digital breast tomosynthesis and digital mammography-a side-by-side review of discrepant cases. *Br J Radiol.*, 87(1040):20140080. 2014.
- Lei, J.; Yang, P.; Zhang, L. *et al.* Diagnostic accuracy of digital breast tomosynthesis versus digital mammography for benign and malignant lesions in breasts: a meta-analysis. *Eur Radiol.*, 24: 595-602, 2014. <https://doi.org/10.1007/s00330-013-3012-x>
- Mariscotti, G.; Durando, M.; Houssami, N. *et al.* Comparison of synthetic mammography, reconstructed from digital breast tomosynthesis, and digital mammography: evaluation of lesion conspicuity and BI-RADS assessment categories. *Breast Cancer Res Treat.*, 166(3): 765-773, 2017.
- Ohuchi, N.; Suzuki, A.; Sobue, T. *et al.* J-START investigator groups. Sensitivity and specificity of mammography and adjunctive ultrasonography to screen for breast cancer in the Japan Strategic Anti-cancer Randomized Trial (J-START): a randomised controlled trial. *Lancet*, 23; 387(10016): 341-348, Jan 2016. doi: 10.1016/S0140-6736(15)00774-6. Epub 2015 Nov 5. PMID: 26547101.
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. Cáncer de mama, 2023. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/cancer-mama>, [Consultado el 12 julio 2023].
- Plecha, D.; Salem, N.; Kremer, M. *et al.* Neglecting to screen women between 40 and 49 years old with mammography: what is the impact on treatment morbidity and potential risk reduction? *AJR Am J Roentgenol.*, 202(2): 282-288, 2014.
- Skaane, P.; Gullien, R.; Bjørndal, H. *et al.* Digital breast tomosynthesis (DBT): initial experience in a clinical setting. *Acta Radiol.*, 53(5): 524-529, 2012.
- Spangle, M.L.; Zuley, M.L.; Sumkin, J.H. *et al.* Detection and classification of calcifications on digital breast tomosynthesis and 2D digital mammography: a comparison. *AJR Am J Roentgenol.*, 196(2): 320-324, 2011.

SSA. Cáncer de Mama, Secretaría de Salud, 2021. Disponible en: (<https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/cancer-de-mama-introduccion>). [Consultado el 9 de agosto 2021].

Suleiman, M.E.; McEntee, M.F.; Cartwright, L.; Diffey, J. & Brennan, P.C. Diagnostic reference levels for digital mammography in New South Wales. *J Med Imaging Radiat Oncol.*, 61(1): 48-57, 2017. doi: 10.1111/1754-9485.12540. Epub 2016 Oct 6. PMID: 27714925.

Sung, H.; Ferlay, J.; Siegel, R.L.; Laversanne, M.; Soerjomataram, I.; Jemal, A. & Bray, F. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.*, 71: 209-249, 2021. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>

Tabár, L.; Vitak, B.; Chen, T.H. *et al.* Swedish two-county trial: impact of mammographic screening on breast cancer mortality during 3 decades. *Radiology*, 260(3): 658-663, 2011.

Uematsu, T. Sensitivity and specificity of screening mammography without clinical breast examination among Japanese women aged 40-49 years: analysis

of data from the J-START results. *Breast Cancer*, 29(5):928-931. 2022 Sep. doi: 10.1007/s12282-022-01353-1. Epub 2022 May 4. PMID: 35507294.

Weigel, S.; Heindel, W.; Heidrich, J.; Hense, H.W. & Heidinger, O. Digital mammography screening: sensitivity of the programme dependent on breast density. *Eur Radiol.*, 27(7): 2744-2751, 2017 Jul. doi: 10.1007/s00330-016-4636-4. Epub 2016 Nov 7. PMID: 27822617.

Autor de Correspondencia

Dr. Enrique Gaona
Profesor investigador
Físico Médico
DEHA, DIV. CBS
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
México
gaen1310@correo.xoc.uam.mx

Recibido: 9 de Septiembre, 2023

Aceptado: 30 de Octubre, 2023