Impacto de la densidad mamaria en la fuerza de compresión mamográfica y dosis de exposición media durante la mamografía digital en pacientes que ingresan al programa de tamizaje de cáncer de mama

Impact of breast density on the compression mammography and mean dose of glandular exposure during a digital mammography in patients undergoing a breast cancer screening program

Eduardo De Núbila[1]
María Victoria Erazo[2]
Favio Gómez[2]
Saray Serrano[1]
Israel Díaz-Yúnez[3]
Guido Parra[4]
Ana Tapia[5]
https://doi.org/10.53903/01212095.310

Palabras clave (DeCS)
Mamografía
Densidad mamaria
Compresión mamaria
Dosis de radiación

Key words (MeSH)
Mammography
Breast density
Breast compression
Radiation dosage

Resumen

Objetivo: Evaluar el impacto de la densidad mamaria en la compresión y dosis de exposición de pacientes que ingresan al programa de tamizaje de cáncer de mama con mamografía digital directa. ***Material y métodos:*** Estudio observacional analítico en pacientes que ingresaron a tamizaje de cáncer de mama entre agosto y diciembre de 2019. A todas se les aplicó técnica mamográfica estándar: cráneo caudal (CC) y oblicua medio lateral (OML) bilateral con mamógrafo digital directo (Senographe Essential, G&E). Se excluyeron pacientes con cirugías previas. Se tuvieron en cuenta el grosor al final de la compresión (mm), fuerza de compresión (daN) y dosis glandular media (DGM) en mGy. La técnica e interpretación (BI-RADS) se llevaron a cabo por dos tecnólogas y dos radiólogos con más de 10 años de experiencia en mama, respectivamente. Se agruparon en: mamas densas (CyD) y mamas no densas (AyB). Se utilizó la prueba Mann-Whitney para diferencia de medias. Para cuantitativas continuas, el coeficiente correlación. Una p<0,05 se consideró significativa. ***Resultados:*** Se evaluaron 478 mamas (239 pacientes). El promedio de edad fue 56,8±8,4. Al comparar la densidad mamográfica con el grosor al final de compresión, este fue significativamente menor en mamas densas (CyD), comparado con las no densas (AyB): 58,4±9,1 mm vs. 61,3±10,1 mm; y 65,1±10,6 mm vs. 68,1±11,4 mm en las proyecciones CC y OML, respectivamente (p<0,001, p=0,002). La fuerza de compresión fue significativamente menor en mamas densas (7,9±1,0 daN), al comparar con las no densas (8,8±2,1 daN), solo en proyecciones CC (p<0,001). Al evaluar la DGM se encontró correlación directa significativa (r2=0,21, p<0,001) con el grosor al final de la compresión. No se encontraron diferencias significativas entre dosis y mamas densas en todas las proyecciones (p=0,8). ***Conclusión:*** La obtención de un mínimo grosor al final de la compresión, sobre todo en mamas densas, es importante para una buena imagen. Sin embargo, no es necesario aplicar fuerzas de compresión superiores a la estándar o que superen el grado de tolerancia, ni incrementar significativamente las dosis de exposición glandular con la técnica mamográfica digital.

Summary

Objective: To evaluate the impact of breast density on the compression and dose of exposure of patients admitted to the breast cancer screening program with direct digital mammography. ***Material and Methods:*** Analytical observational study in patients who entered breast cancer screening, between August and December 2019. All of them underwent standard mammographic views: craniocaudal (CC) and mediolateral oblique (MLO), with a Direct Digital Mammography equipment (Senographe Essential, GE). Patients with previous surgeries were excluded. The thickness at the end of compression (mm), compression force (daN) and mean glandular dose (MGD) in mGy, were considered. The technique and interpretation (BI-RADS) were carried out by

[1]Médico(a), CEDIUL S.A., Centro de Imágenes diagnósticas y terapéuticas. Radiólogo(a). Docente de posgrado de Radiología e Imágenes diagnósticas, Universidad Metropolitana. Barranquilla, Colombia.

[2]Residente de III año posgrado de Radiología e Imágenes diagnósticas, Universidad Metropolitana. Barranquilla, Colombia.

[3]Médico, CEDIUL S.A., Centro de Imágenes diagnósticas y terapéuticas. Docente investigador de posgrado de Radiología e Imágenes diagnósticas, Universidad Metropolitana. Barranquilla Colombia. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5633-2280

[4]Médico, CEDIUL S.A., Centro de Imágenes diagnósticas y terapéuticas. Ginecobstetra, docente de posgrado de Ginecología y Obstetricia, Universidad Metropolitana. Barranquilla, Colombia. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3755-2741

[5]Médica radióloga. Directora de Posgrado de Radiología e imágenes diagnósticas, Universidad Metropolitana. Barranquilla, Colombia.

two technologists and two radiologists with more than 10 years of experience in breast image respectively. They were grouped into dense (C and D) and non-dense (A and B). The Mann-Whitney test was used to differentiate between means. For continuous quantitative, the correlation coefficient was used. A p<0.05 was considered significant. ***Results:*** A total of 478 breasts (239 patients) were evaluated. The average age was 56.8±8.4. When comparing the mammographic density with the thickness at the end of compression, this was significantly lower in dense breasts (C and D), compared with non-dense (A and B): 58.4±9.1 vs 61.3±10.1mm; and 65.1±10.6 mm vs 68.1±11.4mm in CC and MLO views respectively (p<0.001, p=0.002). The compression force was significantly lower in dense breasts (7.9±1.0 daN), compared to non-dense (8.8±2.1daN), only in CC views (p <0.001). When evaluating the MGD, there was a significant direct correlation between thickness at the end of the compression and MGD (r2=0.21,p<0.001). In all projections, there were no significant differences between doses and breast density (p=0.8). ***Conclusion:*** It is important to obtain a minimum thickness at the end of compression for a good image, especially in dense breast. However, it is not necessary to apply compression forces higher than the standard or exceed the degree of tolerance. Also there are no significant increased doses of glandular exposure in dense breasts with digital mammographic technique.

Introducción

El cáncer de mama constituye uno de los grandes problemas médico-sociales de la actualidad, debido a que es una de las principales causas de muerte de mujeres en el mundo; y la primera causa de muerte por cáncer en mujeres (1). El papel principal de la mamografía es la detección temprana del cáncer de mama cuando aún es asintomático y consiste en la toma de imágenes para el descubrimiento de este (2). La mamografía se puede hacer con el paciente sentado o de pie. Lo ideal en estudios de *screening* es hacerlos de pie, ya que en esta posición se evitan inconvenientes con pacientes de abdomen prominente. Se toma con un equipo de rayos-X especial (3,4) y se deben ajustar las dosis de miliamperaje por segundo (mAs) y el kilovoltaje (kV) para un adecuado contraste y penetración de la imagen obtenida. Posteriormente, se procede a la toma de la mamografía obteniendo cuatro imágenes de forma convencional estándar.

El sistema de salud colombiano cubre este examen a partir de los 50 años, o antes, en algunos casos especiales, por lo que es común que este grupo de mujeres experimenten sensaciones de temor o angustia al conocer que el estudio implica, además de la compresión mamaria, la irradiación en cada seno. La compresión mamaria tiene como objetivo reducir el grosor de la mama a su valor mínimo alcanzable, con la intención de mejorar la calidad de la imagen y disminuir la radiación absorbida en cada seno. Esto es variable en cada mama debido a su composición y tamaño (4,5). A pesar de que la compresión es un factor clave en la calidad de la imagen, todavía no se han establecido rangos de valores de compresión relacionados con la optimización de la calidad de imagen, y aunque varias publicaciones sugieren soluciones como la estandarización de un valor promedio, estas no tuvieron en cuenta el dolor inducido (4,6).

En la evaluación de la calidad mamográfica, un elemento importante es la densidad mamaria, la cual incluso se ha relacionado con un aumento del riesgo del cáncer de mama (7,8). El tejido mamario denso es frecuente y su presencia es normal; sin embargo, puede ser de difícil evaluación hasta en el 30% de los casos, en la búsqueda de lesiones sospechosas (9,10), por lo cual una compresión óptima es clave para una buena técnica mamográfica, antes de pasar a otro estudio imagenológico complementario (10).

Al momento de la elaboración de este trabajo, la evidencia es escasa sobre la evaluación de la compresión mamaria y las dosis glandulares absorbidas que incluyan correlación con la densidad mamaria según la estandarización BI-RADS. Consultado en bases de datos de PubMed, DOAJ, Clinical Key y Ovid solo se encuentra un artículo árabe y uno latinoamericano, sobre la correlación de estos parámetros. Esto fundamenta la necesidad de producir evidencia que aporte a la estandarización de valores de fuerza de compresión y dosis de radiación que optimicen el procedimiento, de tal forma que la eficiencia en el tamizaje se mantenga sin aumento de los riesgos físicos y/o mentales como miedo, ansiedad y dolor (3,9,10-17). Por ello, el objetivo del estudio es evaluar el efecto de la densidad de la glándula mamaria sobre la fuerza de compresión mamográfica aplicada y las dosis de exposición media absorbidas durante la mamografía digital, a partir de la caracterización de pacientes que ingresan al programa de tamizaje de cáncer de mama de un centro radiológico.

Material y métodos

Estudio observacional analítico, de tipo prospectivo, en pacientes que ingresaron a tamizaje de cáncer de mama desde el 1.° de agosto hasta el 30 de diciembre de 2019. Se excluyeron pacientes con algún tipo de cirugía, incluyendo mamoplastia de aumento o de reducción, mastectomía y/o cuadrantectomía.

A todas se les aplicó la técnica mamográfica estándar: cráneo caudal (CC) y oblicua medio lateral (OML) bilateral con mamógrafo digital directo (Senographe Essential, GE). Se tuvieron en cuenta el grosor al final de la compresión en milímetros (mm), la fuerza de compresión en decanewtons (daN) y la dosis glandular media (DGM) en miligray (mGy), considerando el miliamperaje por segundo (mAs) y el kilovoltaje (kV) estandarizado en el equipo. Además, se tuvo en cuenta el dolor al final de la compresión en cada paciente evaluada por la escala visual analógica del dolor (EVA). La técnica e interpretación se basó en el atlas de sistema de datos e informes de imágenes de mama (BI-RADS 2013) desarrollado por el American College of Radiology; este artículo se basa en la 5.ª edición, publicada en 2013 (2). Las mamografías fueron tomadas por dos tecnólogas expertas y la interpretación y análisis las hicieron dos radiólogos con más de 10 años de experiencia en mama.

Posteriormente, se agruparon las pacientes en dos grupos: mamas densas con categorías (CyD) y mamas no densas (AyB), según el (BI-RADS 2013) (2). Para el análisis de los resultados los datos se recopilaron en una base de datos en Excel y posteriormente se cruzaron las variables principales: comparando el tipo de densidad mamaria con el grosor al final de la compresión, la fuerza de compresión, la dosis glandular media; y, además, el grosor según la dosis absorbida. Para lo anterior, se utilizó el programa EpiInfo version 7.1. Se tuvo en cuenta la prueba Mann-Whitney para diferencia de medias. Para cuantitativas continuas, el coeficiente de correlación. Una $p<0,05$ se

consideró significativa. El estudio fue aprobado por el comité científico y de ética institucional.

Resultados

Se incluyeron 265 pacientes, de las cuales 239 cumplieron los criterios; se evaluaron 478 mamas. El promedio de edad de las pacientes fue 56,8 ±8,4, el cual está entre los rangos para tamizaje de cáncer de mama en Colombia. De las 239 pacientes, 22 fueron categorizadas como tipo A; 95, tipo B; 75, fueron tipo C; y 47 fueron tipo D, según la clasificación BI-RADS. Las características de las pacientes incluidas en el estudio se encuentran en la tabla 1.

El promedio de grosor al final de la compresión global en la proyección CC fue 59,8 ± 9,7 mm, y en la proyección OML fue 66,6 ± 11,1 mm. La fuerza de compresión global en la proyección CC fue 8,2 ± 2,0 daN, y en la OML fue 9,5 ± 2,4 daN. Al evaluar la dosis glandular media total absorbida, se encontró que en la proyección CC fue 1,2 ± 0,2 mGy y en la OML, 1,3 ± 0,2 mGy.

En las proyecciones CC y MLO, tanto derecha como izquierda, hubo un hallazgo significativo de un menor grosor al final de la compresión en las mamas con densidades tipo C y tipo D, en comparación con las mamas clasificadas tipo A y B (tabla 2). Posteriormente, con el fin de corroborar los resultados obtenidos, se agruparon según la densidad de las mamas con categorías CyD vs. mamas no densas, AyB; y se encontró que al comparar la densidad mamaria con el grosor al final de compresión, este fue significativamente menor en mamas densas CyD, comparado con las no densas (AyB): 58,4±9,1 mm vs. 61,3±10,1 mm; y 65,1±10,6 mm vs. 68,1±11,4 mm en las proyecciones CC y OML, respectivamente (p<0,001, p=0,002).

Al comparar la fuerza de compresión aplicada durante la técnica por el equipo se encontró tendencia a una mayor fuerza de compresión aplicada en pacientes con menos densidad mamaria. Al agrupar los tipos de mama según densidad, la fuerza de compresión fue significativamente menor en mamas densas 7,9±1,0 daN, que en las no densas 8,8±2,1 daN; sin embargo, esto solo se dio en las proyecciones CC (p<0,001).

Al evaluar las dosis de radiación absorbidas por la glándula mamaria, durante la toma de todas las proyecciones, no se encontraron diferencias significativas según la densidad mamaria. Sin embargo, al evaluar la DGM se encontró una correlación, aunque pobre, directa y significativa (r2=0,21, p<0,001) con el grosor al final de la compresión. Es decir, que a mayor grosor al final de la compresión, existe una tendencia, aunque pobre, a mayor irradiación.

También se evaluó el dolor al final de la compresión interpretado por cada paciente según la escala visual analógica (EVA). Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre la escala el dolor manifestado según el tipo de densidad mamaria (tabla 3).

Tabla 1. Características de las pacientes que ingresaron al estudio del programa de tamizaje de cáncer de mama

Característica	Valor
Edad (media y DE)	56,8±8,4
Tipo de densidad mamaria	
Tipo A	22
Tipo B	95
Tipo C	75
Tipo D	47
Total de pacientes	239

Tabla 2. Comparación entre el grosor al final de la compresión, fuerza de compresión y dosis glandular media según el tipo de densidad glandular mamaria

Variables	Densidad tipo A (n=22)	Densidad tipo B (n=95)	Densidad tipo C (n=75)	Densidad tipo D (n=47)	Valor p
Grosor al final de la compresión (mm)					
Derecha CC	64,6±8,8	59,3±9,7	57,5±8,8	58±9,7	0,01
Izquierda CC	66,1±8,9	61,4±10,5	59,2±8,5	58,8±10,1	0,01
Derecha MLO	72±7,1	66,9±11,5	65,1±9,8	64,1±11,6	0,01
Izquierda MLO	72,1±9,3	67,5±12,2	66,1±10,4	64,4±11,4	0,02
Fuerza de compresión (daN)					
Derecha CC	9,5±2,1	8,6±2,1	7,8±2,2	8,0±1,9	0,01
Izquierda CC	9,0±1,9	8,1±1,8	7,9±2,1	8,0±1,8	0,15
Derecha MLO	9,9±2,6	9,6±2,1	9,0±2,6	9,8±2,3	0,15
Izquierda MLO	10,3±2,3	9,2±2,1	9,0±2,3	10,3±2,8	0,08
Dosis glandular media (mGy)					
Derecha CC	1,1±0,3	1,2±0,2	1,2±0,2	1,2±0,2	0,8
Izquierda CC	1,1±0,3	1,2±0,3	1,2±0,2	1,2±0,2	0,95
Derecha MLO	1,3±0,2	1,3±0,2	1,3±0,2	1,3±0,2	0,44
Izquierda MLO	1,3±0,2	1,3±0,2	1,3±0,3	1,3±0,3	0,38

Nota: CC: cráneo caudal; OM: oblicua media lateral; Grosor: Grosor de la mama al final de la compresión expresado en milímetros; mGy: miligray; daN: decanewtons.

Tabla 3. Escala del dolor manifestado por las pacientes durante la compresión mamográfica según el tipo de densidad mamaria

Instrumento	Densidad tipo A (*n*=22)	Densidad tipo B (*n*=95)	Densidad tipo C (*n*=75)	Densidad tipo D (*n*=47)	Valor *p*
Escala del dolor (EVA)	3,5±2,1	3,5±1,9	3,7±1,9	3,5±1,8	0,093

Discusión

La técnica durante la toma de la mamografía juega un papel importante a la hora de su interpretación radiológica. La compresión mamaria sigue siendo un punto importante para la calidad de la imagen y sus beneficios son bien conocidos por los radiólogos; a menudo se basa en criterios empíricos o subjetivos debido a que no se han establecido estándares detallados (10).

En este trabajo se encontró que la media del grosor al final de compresión fue de 59,8 mm en la proyección CC y en OML 66,6 mm en promedio. El grosor de compresión se correlacionó con el tipo de densidad mamaria, de manera que las mamas densas son más comprimidas con una media hasta 58 mm. En un trabajo publicado por Osorio et al. en Colombia en 2018 (14), el promedio de grosor al final de la compresión en la proyección CC fue de 53,0 y en la OML 55,6. Estos valores fueron mayores a los hallados en la actual investigación, pues, en este trabajo no se observaron valores tan bajos de grosor para obtener buenas imágenes. Cabe destacar que Osorio et al. incluyeron varios centros con diferentes equipos de mamografía, en cambio en este estudio solo se usó un equipo mamográfico digital directo para todas las evaluaciones y, adicionalmente, se tuvo en cuenta el tipo de densidad mamaria según la clasificación BI-RADS.

Es importante resaltar que la densidad mamaria se ha asociado con aspectos como la edad, según lo propuesto por Pike et al., en el que factores hormonales asociados a etapas de la vida pueden relacionarse con susceptibilidad a cáncer de mama (18). Estos factores hormonales ligados a trastornos, como aquellos que requieren suplementación de TSH (hormona estimulante de la tiroides) convencional de estrógenos y progesterona, muestran que estas hormonas se asocian con un aumento absoluto de 3 % a 6 % en la densidad mamográfica (19,20). El índice de masa corporal (IMC) en lo que respecta al sobrepeso tiene un comportamiento especial, pues la grasa no se asocia directamente con aumentos de densidad, sino de grosor a partir de tejido no denso en la mama; no obstante, el tejido graso puede producir altos niveles de hormonas sexuales libres y activas y aumento de estrógeno endógeno, hecho que sí se asocia a incrementos de la densidad mamaria (21). Finalmente, en factores de riesgo deben mencionarse aspectos asociados a los estilos de vida, como el alto consumo de alcohol y tabaco estudiados por Mullooly y Gierach (20) y a rasgos hereditarios en la cantidad de tejido fibroglandular y tamaño de la mama estudiados por Vachon et al. y Maskarinec et al. (22,23).

En cuanto a la fuerza de compresión aplicada durante la técnica por el equipo, contrario a lo esperado, se identificó una tendencia a una mayor fuerza de compresión aplicada en pacientes con menos densidad mamaria. Al agrupar las pacientes según la densidad, la fuerza de compresión fue significativamente menor en mamas densas, con valores de 7,9 daN, mientras que, en las no densas, valores de 8,8 daN; sin embargo, esto solo se dio en las proyecciones CC. En escasas publicaciones proponen estándares con valores entre 10 y 12 dNa; algunos, recomendando incluso superar estos valores sugiriendo que, de esta manera, la mama tendría menos exposición a la irradiación (10,11). En este estudio, si bien se demostró una muy pobre correlación directa entre grosor al final de la compresión e irradiación, los autores consideran que, con el equipo digital directo, se mantuvieron los valores de dosis glandular media absorbida en 1,3 mGy en promedio, en cada una de las proyecciones, sin aumentos significativos, y mucho menos por fuera de valores permitidos, en mamas más densas. Los valores están por debajo de lo informado por el Gobierno italiano y Andisco et al. (11,12) y aunque no hay una dosis mínima de radiación que pueda ser considerada inocua, sí está indicada una dosis máxima permisible, establecida en 10 mGy, para las proyecciones CC y OML (2,4,11); sin embargo, no incluyen estándares en equipos digitales directos que involucren densidad mamaria, como en este trabajo.

Con respecto a la incomodidad de la compresión, los reportes disponibles en la literatura indican que un 75 % de las mujeres consideran la mamografía como una experiencia dolorosa (12,13), pero la evaluación es subjetiva, y algunos solo evaluaron la información dada por la paciente en cuanto la calidad del servicio y del desempeño diagnóstico asistencial con un relato de la experiencia; por otra parte, el dolor no se había comparado entre pacientes teniendo en cuenta los tipos de densidad mamaria (14,15). En este trabajo los autores consideran importante el grado de dolor experimentado durante la prueba, ya que es un elemento importante para el éxito de las campañas de prevención y las rutas "rosa" de diagnóstico implementadas en Colombia. En atención a que se esperaba que las mamas densas pudieran someterse a una mayor fuerza de compresión, no se encontraron valores que representen un dolor significativo con 3,5 en promedio y rangos intercuartílicos entre 2-5 mediante la EVA. Por tanto, queda por valorar la ansiedad al momento de someterse a la mamografía en futuras investigaciones, que puede ser subjetiva, dependiente de la confianza que emitan las tecnólogas y de su entrenamiento.

En esta investigación puede ser una limitante la realización en un solo centro diagnóstico, en cuanto a comparación de la técnica mamográfica. Pero, al mismo tiempo, se reconoce en los estudios multicéntricos la gran variabilidad en los valores de compresión observados entre diferentes sitios e incluso en un mismo centro cuando se implementaron equipos imagenológicos y de profesionales, variables que no son adecuadas para estandarización (16). Además, las variaciones pueden llevar a experiencias dolorosas, fuerzas de compresión y dosis de irradiación mayores a la necesaria dejando una opinión negativa de la mamografía.

En conclusión, en esta investigación se pudo evidenciar que las mamas más densas no generaron necesidad de incremento sobre la fuerza de compresión, ni mayores dosis de exposición glandular con la técnica mamográfica digital, basados en el análisis de los resultados de las variables de tipo de densidad mamaria en relación con grosor al final de la compresión, fuerza de compresión y dosis glandular media, lo cual es diferente al comparar con las investigaciones que han informado alguna de las variables de estudio. La obtención de un mínimo grosor al final de la compresión, sobre todo en mamas densas, es importante

para una buena imagen, según la literatura; no obstante, es innecesario aplicar fuerzas de compresión superiores a la estándar y que superen el grado de tolerancia de la paciente, con el dolor y la ansiedad como principal respuesta. Definitivamente, la evaluación llevada a cabo permite considerar disminución de parámetros de fuerza de compresión y grosor al final de la compresión considerados como estándares en escenarios académicos o regulaciones en otros países, estableciendo unos mínimos diferentes que conjuguen una compresión adecuada para una imagen de buena calidad que permita el diagnóstico, pero con el menor riesgo de irradiación de la glándula y rechazo emocional. Este último es un posible factor que incide en la disminución del número y frecuencia de la ejecución de la mamografía como prueba de tamización de cáncer tan importante en la población colombiana y mundial.

Referencias

1. Paredes ES. Atlas de la mamografía. Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
2. D'Orsi CJ, Sickles EA, Mendelson EB, et al. ACR BI-RADS Atlas, Sistema de información y datos de imágenes de mama. Reston, VA, Colegio Americano de Radiología; 2013.
3. Barrionuevo Pérez N, Jordán Valenzuela M, Cordón Llera J. Mamografía. Libro de imagenología de mama. Tercera Edición. Colombia; 2015.
4. European Commission Protocol on Dosimetry in Mammography. EUR 16263 EN, 1996.
5. Andisco D, Blanco S, Buzz AE. Dosimetría en radiología. Rev Argent Radiol. 2014;78(2):65-124.
6. American College of Radiology, Committee on Quality Assurance in Mammography. Mammography quality control manual. Reston: American College of Radiology; 2011.
7. Instituto Nacional del Cáncer. Guía técnica de controles de calidad en mamografía. Buenos Aires: INC; 2015.
8. Giordano L, Gallo F, Petracci E, et al.; Andromeda working group. The ANDROMEDA prospective cohort study: predictive value of combined criteria to tailor breast cancer screening and new opportunities from circulating markers—study protocol. BMC Cancer. 2017;17(1):785. https://bmccancer.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12885-017-3784-5.
9. Wanders JOP, Holland K, Karssemeijer N, et al. The effect of volumetric breast density on the risk of screendetected and interval breast cancers: a cohort study. Breast Cancer Res. 2017;19(1):67. https://breast-cancer-research. biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13058-017-08599.
10. Elwood M, McNoe B, Smith T, et al. Once is enough—why some women do not continue to participate in a breast cancer screening programme. N Z Med J. 1998;111(1066):180-3.
11. Gobierno de Italia. Decreto legislativo 187 del 26 maggio 2000. Attuazione della direttiva 97/43/Euratom in materia di protezione sanitaria delle per sone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche. G.U. 157 del 7 luglio 2000 Supplemento Ordinario n.◦ 105
12. Andisco D, Blanco S, Buzz AE. Dosimetría en radiología. Rev Argent Radiol. 2014;78: 114-7.
13. Groot JE, ten Voorde M, Branderhorst W, et al. What determines pain in mammographic breast compression [Poster]. 2012.
14. Henrot P, Boisserie-Lacroix M, Boute V, et al. Self-compression Technique vs Standard Compression in Mammography: A Randomized Clinical Trial. JAMA Intern Med. 2019(179):407-14.
15. Osorio C, Castrillón J. Estimacion del nivel de referencia en mamografía digital en el área metropolitana del Valle de Aburrá. Rev. Cienc. 2018(7):62-75.
16. Mercer CE, Szczepura K, Kelly J, et al. A 6-year study of mammographic compression force: practitioner variability within and between screening sites. Radiography. 2015;21(1):68-73.
17. Gemici AA, Arıbal E, Özaydın AN, et al. Comparación de las evaluaciones cualitativas y volumétricas de la densidad mamaria y análisis de los parámetros de compresión mamaria y el volumen mamario de las mujeres en el Proyecto de cribado mamógrafo de Bahcesehir. Eur J Salud. 2020; 16(2):110-6. https://doi.org/10.5152/ejbh.2020.4943.
18. Pike M, Krailo M, Henderson B, et al. 'Hormonal'risk factors,'breast tissue age'and the age-incidence of breast cancer. Nature. 1983;303(5920):767-70.
19. Couto E, Qureshi S, Hofvind S, et al. Hormone therapy use and mammographic density in postmenopausal Norwegian women. Breast Cancer Res Treat. 2012;132:297-305.
20. Mullooly M, Gierach G. The potential for mammographic breast density changes as a biosensor of adjuvant tamoxifen therapy adherence and response. JNCI Cancer Spectrum. 2018;2(4):72.
21. Boyd N, Martin L, Sun L, et al. Body size, mammographic density, and breast cancer risk. Cancer Epidemiol Prevent Biomark. 2006;15(11):2086-92.
22. Vachon C, Kuni C, Anderson K, et al. Association of mammographically defined percent breast density with epidemiologic risk factors for breast cancer (United States). Cancer Causes & Control. 2000;11(7):653-62.
23. Maskarinec G, Morimoto Y, Daida Y, et al. A comparison of breast density measures between mothers and adolescent daughters. BMC Cancer. 2011;11(1):1-10.

Correspondencia

Israel Díaz-Yúnez
CEDIUL S.A. y Universidad Metropolitana de Barranquilla
Calle 70B # 41-43
Barranquilla, Colombia
auditor@cediul.com
idiaz@unimetro.edu

Recibido para evaluación: 13 de marzo de 2025
Aceptado para publicación: 22 de abril de 2025