

INTERCOMPARACIÓN DE DOSIS GLANDULAR MEDIA EN MAMOGRAFÍA DIGITAL Y CHASIS-PELÍCULA^a

INTERCOMPARISON OF MEAN GLANDULAR DOSE IN DIGITAL MAMMOGRAPHY AND SCREEN-FILM

VANESSA PEÑA^b, CAROLINA VILORIA^c, JORGE PUERTA^b

Recibido 06-04-2018, aceptado 23-05-2018, versión final 18-06-2018.

Artículo Investigación

RESUMEN: Teniendo en cuenta que el cáncer de mama es una de las enfermedades más frecuentes en las mujeres y que en Colombia la tasa de mortalidad debido a esta enfermedad es alta, entre las técnicas de detección temprana se usa principalmente la mamografía, pero al ser un examen diagnóstico que usa rayos X, tiene un riesgo radiológico asociado, por lo que se hace necesario realizar una estimación de la dosis glandular media (DGM) en la paciente. En este artículo se realizó la estimación de dosis de un grupo de 424 pacientes que se practicaron mamografías digitales durante los años 2015 a 2017, en 17 instituciones ubicadas en el área metropolitana del Valle de Aburrá. Los resultados obtenidos se compararon con un estudio previo realizado en el año 2009 en la misma ciudad, a 463 pacientes de 10 instituciones diferentes que contaban con equipos que utilizaban chasis-película. En ambos estudios se consideró la técnica utilizada (kV y mAs), el espesor de la mama comprimida, la edad de la paciente, el tipo de proyección: cráneo caudal (CC) y medio lateral oblicua (MLO). Los resultados obtenidos muestran un aumento en la dosis glandular promedio para los equipos digitales con respecto a los equipos analógicos, lo que muestra que, con las nuevas tecnologías, si no se realiza una adecuada capacitación del personal, éstas no cumplirán adecuadamente con el objetivo de disminuir la dosis sobre las pacientes.

PALABRAS CLAVE: Analógico; digital; dosis; mamografía.

ABSTRACT: Considering that breast cancer is one of the most frequent diseases in women and Colombian's mortality rate due to this disease is high. Mammography is used mainly for its early detection, but since it is a diagnostic test that uses X-rays, has an associated radiological risk, so it is necessary to estimate the average glandular dose (DGM) in patients. In this work, a dose estimation was made of a group of 424 patients who underwent digital mammography during the years 2015 to 2017. In 17 institutions located in the metropolitan area of the city of Medellín. The results obtained were compared with a previous study conducted in 2009 in the same city, to 463 patients from 10 different institutions that had equipment that used chassis-film. In both studies, the technique used (kV and mAs), the thickness of the compressed breast, the age of the patient and the type of projection were considered: caudal skull (CC) and oblique lateral median (MLO). The results obtained show an increase in the average glandular dose for digital equipment with respect to analogue equipment, this shows that, with the new technologies, if an adequate training of the

^aPeña, V; Viloria, C. & Puerta, J. (2018). Intercomparación de dosis glandular media en mamografía digital y chasis-película. *Rev. Fac. Cienc.*, 7(2), 96–106. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n2.71053>

^bGrupo de Física Radiológica, Escuela de Física, Universidad Nacional de Colombia. vpenam@unal.edu.co

^cInstituto Tecnológico Metropolitano, Medellín.

personnel is not carried out, they will not adequately fulfill the objective of reducing the dose on the patients.

KEYWORDS: Analogic; digital; dose; mammography.

1. INTRODUCCIÓN

La mamografía es una técnica que emplea rayos X suministrando una dosis sobre las pacientes. Esta técnica favorece la salud de la mujer a través de la detección temprana del cáncer de mama. Los beneficios de la misma compensan el riesgo radiológico que está asociado a dicha práctica. En Colombia, el cáncer de mama ocupa el primer puesto en tasa de mortalidad femenina debido a tumores malignos, de 8600 casos aproximadamente que se detectan anualmente, 2600 de ellos concluyen en fallecimiento de la paciente. Dentro de las estrategias para la detección temprana del mismo, el Ministerio de Salud recomienda la realización de la mamografía cada dos años para pacientes entre 50 y 69 años de edad, lo que hace necesario que se lleven a cabo estudios para determinar el riesgo radiológico relacionado con la dosis depositada en el tejido glandular mamario (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014).

Por otra parte, la actualización en equipos de radiodiagnóstico a tecnologías digitales cada vez es más frecuente en el país, lo que hace necesario la capacitación y actualización del personal que opera dichos equipos en el cambio de tecnología analógica a digital, con el fin de que sean optimizados los procedimientos radiológicos y se puedan obtener imágenes diagnosticables dando una dosis tan baja como sea posible al paciente.

Las unidades de mamografía de chasis-película fueron los primeros sistemas usados para los exámenes de mamografía, en estos equipos la imagen se crea directamente de una película. La mamografía digital corresponde a una tecnología en la cual el sistema receptor de chasis-película es sustituido por detectores de estado sólido, lo que permite que las imágenes puedan ser desplegadas en una computadora, almacenadas y transmitidas electrónicamente (Mehnaty & Alizadeh, 2014). Los equipos digitales cuentan con un amplio rango dinámico lo que permite obtener imágenes de buena calidad usando parámetros que imparten una mayor o menor dosis sobre la paciente.

Teniendo en cuenta que en la mamografía se requieren altos estándares de calidad y que se trata de una técnica radiológica especialmente compleja debido a la anatomía de la mama, ya que se encuentran 3 tipos diferentes de tejido, cuya distribución varía de mujer a mujer de acuerdo a la edad y el espesor de la mama, se requiere que los estudios para determinar la dosis glandular media (DGM) se realicen en un amplio grupo de pacientes, de diferentes edades, espesor de mama y en diferentes equipos de mamografía (Viloria, 2010).

En este artículo se determinan las diferencias significativas en el cálculo de la dosis glandular media (DGM) en mamografía digital y analógica. Este estudio realiza una comparación entre los resultados obtenidos en un estudio previo realizado en el año 2009 (Viloria, 2010) en 10 centros de mamografía con equipos analó-

gicos a 463 pacientes entre 40 y 64 años con espesores de mama entre 2 y 8 cm, y un estudio realizado entre los años 2015 y 2017 en 17 centros de mamografía con equipos digitales (directos y digitalizados) a 424 pacientes entre 40 y 64 años con espesores de mama entre 1.5 y 11 cm. Para la determinación de la dosis glandular media, en ambos estudios, se siguió la metodología reportada por Dance *et al.* (2000).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el cálculo de la dosis glandular media en ambos estudios, inicialmente se determinaron los centros de mamografía que serían objeto de estudio y se realizaron todas las pruebas de control de calidad en el equipo, basados en el Protocolo de Control de Calidad de Rayos X, ARCAL XLIX, Protocolo Europeo y el IAEA-TECDOC-1517. En los centros de mamografía objeto de estudio se recolectaron los datos de mujeres voluntarias sometidas a exámenes de mamografía. Para cada examen se verificó la técnica utilizada en el equipo (kV y mAs), la edad de la paciente, el espesor de mama comprimida y la combinación ánodo-filtro. Para el caso de los equipos analógicos cuyo estudio se realizó en el año 2009 todas las combinaciones ánodo-filtro corresponden a Mo-Mo (Viloria, 2010). Una vez se tenían los datos recolectados se procedió con los cálculos para estimar la dosis glandular media, para ello se usaron los factores reportados por Dance, como se muestra en la subsección 2.3.

2.1. Control de Calidad en los equipos

Mediante el programa Control de Calidad en Mamografía (Proyecto ARCAL XLIX), es posible evaluar las condiciones físicas de los equipos de mamografía, y por tanto las condiciones de irradiación, lo cual es necesario para estimar los valores de dosis sobre los pacientes usuarios de los servicios. Para la realización de las pruebas de control de calidad se usaron cámaras de ionización PTW, kilovoltímetro PTW, simulador de mama de la ACR y filtros de aluminio de 0.205 mmAl y 0.513 mmAl.

Las pruebas que se realizaron en ambos estudios sobre los equipos, de acuerdo a los protocolos mencionados anteriormente, fueron:

- Levantamiento radiométrico.
- Radiación de fuga.
- Sistema de colimación.
- Exactitud y repetibilidad del valor nominal de la tensión del tubo.
- Repetibilidad de los tiempos de exposición.
- Filtración total del haz (CHR).

- Rendimiento, repetibilidad y linealidad de la exposición.
- Evaluación del control automático de la exposición.
- Evaluación de calidad de la imagen.

2.2. Preparación de datos

Para este estudio sólo se tuvieron en cuenta mujeres entre 40 y 64 años de edad, que no tuvieran prótesis, ni mastectomía. Por cada paciente se registraron cuatro valores de espesor de mama comprimida, correspondientes al tipo de proyección realizada, cráneo caudal (CC) y medio lateral oblicua (MLO), sobre cada mama, derecha e izquierda. En el caso de los equipos analógicos se evaluaron 10 centros de mamografía, 463 pacientes entre 40 y 64 años con espesores de mama entre 2 y 8 cm, y para el caso de los equipos digitales (directos y digitalizados) se evaluaron 17 centros de mamografía, 424 pacientes entre 40 y 64 años con espesores de mama entre 1.5 y 11 cm.

2.3. Estimación de dosis glandular media

Para la estimación de la dosis glandular media, DGM, inicialmente se determinó el valor del kerma en aire en la superficie de entrada (ESAK), mediante la siguiente relación:

$$ESAK(mGy) = \frac{R(mGy \times \frac{m^2}{mAs}) \times C(mAs)}{DFP^2(m^2)} \quad (1)$$

En donde R es el rendimiento a un metro, correspondiente a la combinación ánodo-filtro usado y el kilovoltaje aplicado, C la carga aplicada y DFP la distancia desde el foco a la superficie de entrada de la mama. La dosis glandular media, DGM, se obtiene:

$$DGM = ESAK \times g \times c \times s \quad (2)$$

En donde g es el factor de conversión de kerma en aire sin retrodispersión en DGM propuesto por Dance. El factor s es la corrección que se introduce dependiendo de la combinación ánodo filtro. Para Mo-Mo se utiliza un factor de 1 y para Mo-Rh un factor de 1.017. El factor c es un factor introducido por Dance, el cual depende de la capa Hemirreductora, del espesor de la mama comprimida y el porcentaje de glandularidad.

Para comparar los resultados de dosis glandular media obtenidos en ambos estudios se usa la Prueba Z para medias de dos muestras (estadística inferencial), mediante la cual se determina si la DGM obtenida para equipos analógicos presenta diferencias significativas respecto a la DGM obtenida para equipos digitales. Este tipo de pruebas se usa para saber si realmente hay una diferencia entre la media de dos poblaciones o si esta diferencia corresponde a la variación aleatoria dentro de cada muestra. En este caso la hipótesis nula establece que las medias de las dos muestras son iguales (Suárez, 2012).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Control de Calidad en los equipos

Los resultados de las pruebas realizadas fueron aceptables en su mayoría para ambos estudios. En la Tabla 1 se muestran los valores del kv y la capa Hemirreductora para cada una de las instituciones objeto de estudio en el caso de equipos digitales y analógicos.

Tabla 1: Especificaciones de los equipos objeto de estudio con valores de rendimiento y capa hemirreductora.

	Centro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Marca	GE	GE	Siemens	Toshiba	Siemens	Siemens	Instru- mentariu	GE	GE	GE
Analógicos	Ánodo-Filtro	Mo-Mo	Mo-Mo	Mo-Mo	Mo-Mo	Mo-Mo	Mo-Rh	Mo-Mo	Mo-Mo	Mo-Mo	Mo-Mo
	DFP	64	64	64	64	64	65	64	64	64	64
	kV	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
	HVL (mmAl)	0.37	0.36	0.37	0.36	0.35	0.33	0.35	0.34	0.35	0.37
	Rendimiento	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04

	Centro	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Marca	GE	Siemens	Siemens	Siemens	GE	GE	GE	GE	Philips
Digitales	Ánodo-Filtro	Mo-Rh	Mo-Rh	Mo-Rh	Mo-Mo	Mo-Rh	Mo-Rh	Mo-Mo	Rh-Rh	W-Rh
	DFP	60	60	60	63	63	60	60	60	60
	kV	28	28	28	27	29	28	26	28	25
	HVL (mmAl)	0.34	0.36	0.37	0.36	0.37	0.37	0.36	0.37	0.33
	Rendimiento	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03

	Centro	10	11	12	13	14	15	16	17
	Marca	GE	GE	Siemens	IMS	Siemens	GE	GE	GE
Digitales	Ánodo-Filtro	Mo-Rh	Mo-Rh	Mo-Rh	Mo-Mo	Mo-Rh	Mo-Rh	Mo-Mo	Rh-Rh
	DFP	64	60	64	66	64	54	64	64
	kV	24	27	28	28	24	28	27	29
	HVL (mmAl)	0.31	0.36	0.4	0.33	0.34	0.36	0.4	0.39
	Rendimiento	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

Los resultados para el rendimiento en cada uno de los equipos se presentan también en la Tabla 1. Para el caso de los equipos analógicos, el rendimiento obtenido en todas las instalaciones se encuentra dentro de los límites de aceptación (Viloria, 2010), mientras que para los equipos digitales sólo dos de ellos (Equipos 7 y 9) tiene un rendimiento por fuera del rango de aceptación (>0.03 mGy/mAs a 1 m y 28 kV), sin embargo, para equipos de mamografía digital, el Organismo Internacional de Energía Atómica no presenta valores

ni rangos de aceptación y recomienda establecer el valor medido del rendimiento como referencia para próximos controles (OIEA, 2011).

3.2. Especificaciones de los equipos

La Tabla 2 presenta un resumen con las características principales de los datos registrados por cada centro para equipos analógicos y digitales. En dicha tabla se presenta el número de pacientes de cada centro, los rangos de kV y mAs utilizados y los rangos de espesor de mama comprimida. El rango de kV para ambos tipos de equipo se encuentra entre 23kV y 32kV, el rango de mAs entre 9 y 443 mAs.

Tabla 2: Parámetros registrados en cada centro de equipos analógicos y digitales.

Centro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No de pacientes	13	51	40	41	42	53	147	20	21	35	
Analógicos	kV	24-34 32.1±2.5	26-30 28.7±0.9	28-30 28.6±0.5	25-31 27.9±0.6	25-28 26.2±0.6	26-28 28.0±0.8	23-28 23.0±0.9	26-29 27.0±0.9	25-28 25.5±0.9	25-28 26.8±0.9
	mAs	31-128 68±17	21-187 73±29	14-163 62±28	16-99 40±16	58-389 164±81	46-195 106±33	23-395 147±58	23-193 101±42	38-257 102±45	38-164 91±26
	Espesor (mm)	20-70 45±12	20-80 50±12	16-73 44±9	16-78 50±12	19-71 43±10	32-72 50±8	20-80 58±12	10-60 29±12	16-58 39±8	22-74 47±10

Centro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
No de pacientes	24	19	17	19	17	23	26	14	62	
Digitales	kV	23-30 25.1±1.3	25-32 28.0±1.7	24-31 26.8±1.4	28-29 28.1±0.2	28-30 29.2±0.7	25-32 28.0±1.7	25-28 27.2±0.8	27-31 29.0±0.8	25-31 28.1±1.6
	mAs	45-183 116±32	54-163 93±27	52-194 98±26	9-85.6 29±15	35-183 98±40	16-102 47±24	36-296 119±47	25-91 62±11	4.4-320 144±55
	Espesor (cm)	1.5-7.3 4.9±1.2	2.8-7.1 5.1±0.9	3.2-7 4.7±0.8	3-7.8 4.8±0.9	1.5-6.3 4.2±1.1	3-8.5 6.1±1.1	3.2-7.6 5.5±1.2	2.7-9.6 6.1±1.7	2.3-9.1 5.5±1.3

Centro	10	11	12	13	14	15	16	17	
No de pacientes	14	18	34	44	35	27	12	19	
Digitales	kV	21-31 28.4±1.7	25-27 26.2±0.8	20-31 28.5±2.4	24-34 29.2±1.9	26-30 27.4±0.6	25-34 25.7±1.9	26-28 27.4±0.6	26-31 28.7±1.0
	mAs	32-89 63±12	1.6-345 152±65	44-193 98±33	45-250 101±29	42-443 125±62	22-278 98±52	10-181 73±43	40-151 65±20
	Espesor (cm)	4.1-10.6 6.4±1.4	1.5-6.5 4.8±1.2	3.1-11.1 5.6±1.2	2.3-9.8 5.8±1.2	2.2-8.2 5.3±1.3	2.5-6.7 4.6±0.9	0.9-8.0 5.4±1.6	3.7-9.4 5.8±1.3

Para el caso de los equipos analógicos se observa que el centro 7 tiene concentrada la mayor parte de los pacientes (147) con respecto a los demás centros. En el caso de los equipos digitales, los pacientes están distribuidos en los diferentes centros, sin embargo, el centro 9 concentra una mayor cantidad de éstos (61).

3.3. Dosis glandular media

La dosis glandular media promedio calculada para los 424 pacientes en los 17 equipos digitales y los 463 pacientes en los 10 equipos analógicos fue de 1.97 ± 1.24 mGy y 1.83 ± 0.98 mGy respectivamente. Los valores de dosis glandular media en cada centro de equipos digitales se presentan en la Tabla 3. En el caso de los equipos digitales se encontraron centros con dosis superiores a los niveles orientativos establecidos en protocolos internacionales, que en el caso de mamografía es de 3 mGy. En el caso de los equipos analógicos sólo uno se encuentra sobre el nivel recomendado. Se debe tener en cuenta que, en el estudio realizado previamente para los equipos analógicos, se usó un factor c de 1, que corresponde a un porcentaje de glandularidad del 50 %, mientras que el estudio para los equipos digitales se tuvo en cuenta los diferentes porcentajes de glandularidad.

Tabla 3: Valores de dosis glandular media.

	Centro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Analógicos	No de pacientes	13	51	40	41	42	53	147	20	21	35
	DGM (mGy)	3.4 ± 1.4	1.3 ± 0.6	1.8 ± 0.6	2.0 ± 0.8	1.2 ± 0.5	3.0 ± 1.2	2.1 ± 0.8	1.5 ± 0.5	1.5 ± 0.5	1.8 ± 0.4

	Centro	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Digitales	No de pacientes	24	19	17	19	17	23	26	14	62
	Edad	43-64	45-64	40-62	41-64	44-64	50-63	41-64	40-64	42-64
	DGM (mGy)	2.5 ± 0.6	2.1 ± 0.6	2.2 ± 0.6	0.59 ± 0.2	2.1 ± 0.7	1.4 ± 0.6	1.7 ± 0.6	1.5 ± 0.3	1.1 ± 0.4

	Centro	10	11	12	13	14	15	16	17
Digitales	No de pacientes	14	18	34	44	35	27	12	19
	Edad	40-63	44-64	45-64	40-64	41-63	45-63	43-60	40-59
	DGM (mGy)	1.2 ± 0.2	3.5 ± 1.3	2.1 ± 0.6	1.8 ± 0.5	2.5 ± 1.1	4.5 ± 2.3	1.1 ± 0.6	1.5 ± 0.5

Se estimaron los valores DGM promedio teniendo en cuenta el tipo de proyección y el tipo de equipo (analógico y digital). Los valores obtenidos para DGM promedio en proyección cráneo caudal (CC) fueron de 1.7 ± 1.0 mGy y 1.9 ± 1.1 mGy para equipos analógicos y digitales respectivamente. Para la proyección medio lateral oblicua (MLO) se obtuvieron valores de 1.9 ± 0.9 mGy y 2.1 ± 1.3 mGy para equipos analógicos y digitales respectivamente. En ambos casos se observa que el valor de DGM promedio es mayor en

la proyección MLO, la razón puede estar en que en dicha proyección se toma una mayor parte el músculo pectoral, lo que causa una mayor atenuación y por tanto una exposición mayor.

Para estudiar el comportamiento de la dosis glandular media con respecto al espesor de mama comprimida, se establecieron 10 grupos de espesores de mama comprimida distribuidos así: grupo 1 (espesores de 1 cm a 1.9 cm), grupo 2 (espesores de 2 cm a 2.9 cm) y así sucesivamente hasta el grupo 10 al que corresponden los pacientes con espesores de mama comprimida entre 10 cm y 10.9 cm. Para el caso de los equipos analógicos sólo se tienen datos de pacientes con espesores de mama comprimida hasta 9 cm.

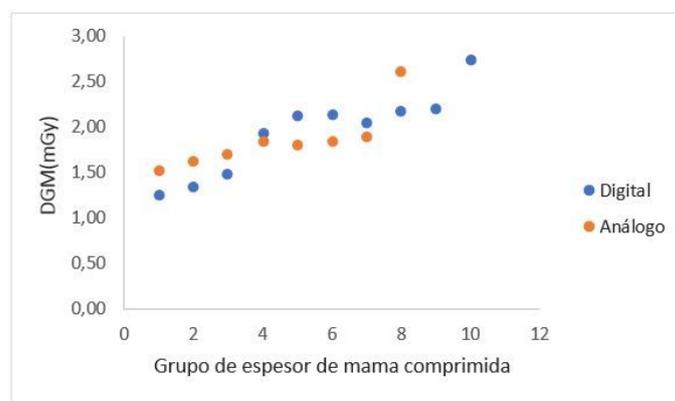


Figura 1: DGM según en espesor de mama comprimida. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 1, la dosis glandular media aumenta a medida que aumenta el espesor de mama comprimida, la mayor cantidad de datos de pacientes se encuentra en los grupos 4 y 5, es decir en espesores de mama comprimida entre 4 y 6 cm.

Se estableció también la DGM promedio según el grupo de edad, entre 40 y 49 años y 50 y 64 años, en ambos estudios. Se obtuvieron valores de 2.1 ± 0.9 mGy y 2.0 ± 0.9 mGy para edades entre 40 y 49 años en estudios digitales y analógicos respectivamente, y valores de 1.8 ± 0.8 mGy y 1.9 ± 1.0 mGy para edades comprendidas entre 50 y 64 años en estudios digitales y analógicos, respectivamente. En ambos casos se tiene que la DGM promedio para el grupo de menor edad (40 a 49 años) es mayor que la dosis glandular media para el grupo de mayor edad, lo cual muestra que la dosis es superior en mamas con mayor tejido glandular, que en mamas donde se tiene más tejido adiposo.

Para determinar la diferencia significativa entre los dos tipos de equipos, analógicos y digitales, se realizó una prueba estadística Z para comparar las dosis glandular media obtenidas en ambas técnicas, obteniéndose un valor de $p < 0.05$, lo que implica que se rechaza la hipótesis nula, por lo que se concluye que hay diferencias significativas entre la DGM para equipos analógicos y digitales (Canavos, 1992).

En la Tabla 4 se realiza una comparación entre los resultados obtenidos para la DGM en este trabajo y los resultados reportados por otros autores anteriormente. Se observa que los resultados obtenidos son muy similares a los reportados en el trabajo de Mehnati & Alizadeh (2014). En el caso del estudio realizado por Hauge *et al.* (2011) y el estudio de Gennaro & Di Maggio (2006), los autores reportan una DGM mayor para equipos de chasis-película (analógicos) que para equipos digitales. Gennaro & Di Maggio (2006) concluyen en su trabajo que la DGM para equipos digitales es un 27% inferior a la DGM para equipos de chasis-película. Se observa también que la DGM para la proyección MLO es mayor que para la proyección CC de acuerdo a los trabajos previos que la reportan. Todos los estudios realizan el cálculo de DGM basados en la metodología propuesta por Dance *et al.* (2000).

Por otra parte, en un estudio realizado usando phantom de 4.5 cm (Fabiszewska *et al.*, 2017) y comparando la DGM obtenida para mamografía de chasis película, computarizada y digital directa se obtuvo que la dosis glandular media era de 1.35, 1.42, y 1.88 mGy respectivamente, obteniéndose una DGM mayor para el caso de equipos digitales indirectos y directos que para el caso de los equipos analógicos, consistente con los resultados presentados en este artículo.

Tabla 4: Valores de dosis glandular media.

Autor	DGM (mGy)					
	Analógicos (SFM)			Digitales (FFDM)		
	CC	MLO	Promedio	CC	MLO	Promedio
Este trabajo	1.7±1.0	1.9±0.9	1.83±0.98	1.9±1.1	2.1±1.3	1.97±1.24
(Mehnati & Alizadeh, 2014)	1.46 ± 0.6	1.6 ± 0.6	–	2.0 ± 0.7	2.4±0.8	–
(Gennaro & Di Maggio, 2006)	1.92	–	–	1.40	–	–
(Hauge <i>et al.</i> , 2011)	–	–	2.8	–	–	2.5

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados presentados, se observa una mínima diferencia entre los estudios realizados con equipos analógicos (1.83±0.98 mGy) y los estudios realizados con equipos digitales (1.97±1.24 mGy), encontrándose un valor superior en la DGM promedio para los equipos digitales, este resultado es concordante con lo reportado por otros autores en estudios previos realizados en otros países con pacientes y usando phantom.

Algunos de los centros con equipos digitales presentaron valores de DGM promedio superiores a los niveles orientativos establecidos en recomendaciones internacionales, esto se puede presentar ya que a pesar de que el objetivo de la implementación de nuevas tecnologías es mejorar la calidad de la imagen, disminuyendo la dosis sobre los pacientes, en algunos casos no se realiza la adaptación y capacitación del personal en dicha tecnología, traducándose esto en dosis mayores sobre el paciente.

Es necesario establecer en cada centro, cada región y cada país, niveles orientativos de DGM que permitan determinar cómo se están llevando a cabo los exámenes mamográficos, de tal forma que se asegure una imagen de alta calidad diagnóstica con dosis tan bajas como sea posible y evitando que se repitan exposiciones innecesarias.

Referencias

- Canavos, G. C. (1992). *Probabilidad y estadística: aplicaciones y métodos*. Madrid: McGraw- Hill.
- Dance, D.R. (1990) Monte-Carlo calculation of conversion factor for the estimation of mean glandular breast dose. *Physics in Medicine & Biology*, 35(9), 1211-1219.
- Dance, D. R.; Skinner, C. L.; Young, K. C.; Beckett, J. R. & Kotre, C. J. (2000). Additional factors for the estimation of mean glandular breast Dose dose using the UK mammography dosimetry protocol. *Physics in Medicine & Biology*, 45(11), 3225-3240.
- Fabiszewska, E.; Pasicz, K. & Grabska, I. (2017). Mean glandular dose values used for the mammography screening program in Poland according to the type of image registration system. *Nowotwory. Journal of Oncology*, 67(2), 115-120.
- Gennaro, G. & Di Maggio, C. (2006). Dose comparison between screen/film and full-field digital mammography. *European Radiology*, 16(11), 2559-2566.
- Hauge, I. H. R.; Pedersen, K.; Sanderud, A.; Hofvind, S. & Olerud, H. M. (2011). Patient doses from screen-film and full-field digital mammography in a population-based screening programme. *Radiation Protection Dosimetry*, 148(1), 65-73.
- Mehnati, P. & Alizadeh, H. (2014). Comparison between film-screen and digital mammography for woman breast cancer screening: mean glandular dose. *Acad J Cancer Res*, 7, 162-7.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2014) Cáncer de mama, una enfermedad en ascenso en Colombia. Boletín de prensa 298.
- OIEA, ARCAL XLIX, RLA/9/035. (2001). Protocolos de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. México D.F.
- OIEA-TECDOC-1517. (2006). Control de Calidad en Mamografía.
- OIEA. (2011). Quality Assurance programme for digital mammography. IAEA Human Health Series No 17.

Suárez, M. (2012). *Interaprendizaje de Probabilidades y Estadística Inferencial con Excel, Winstats y Graph*. Ecuador: Imprenta M & V, Ibarra.

Viloria, C.M. (2010). *Evaluación de la dosis glandular media en exámenes de mamografía*. Tesis para optar por el título de Magister en Física. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.