

R. Salvador,
J. Sotil,
M. Olona,
O. Valencoso,
I. Puchades

Irradiación durante la exploración radiológica de la mama

SUMMARY

A retrospective review of the irradiation produced during a mammographic study has been done to evaluate how different factors can influence the quantity of irradiation while it is being done. To this aim, we have reviewed 524 consecutive mammographic studies where we have analysed the following factors: age, reason of complaining, size of the breast, mammographic diagnosis, menstrual cycle phase, and type of breast. Once the statistical analysis has been done, we conclude that the size of the breast is the one and only influencing factor in the irradiation dose.

Palabras clave

Mama, Mamografía, Diagnóstico, Irradiación.

Key words

Breast, Mammography, Diagnostic, Irradiation.

Servicio de Radiodiagnóstico.
Unidad de Patología Mamaria.
Hospital General Universitario
Vall d'Hebrón.
Universidad Autónoma
de Barcelona.

Correspondencia:
R. Salvador.
Valencia, 223.
08007 Barcelona.

INTRODUCCION

El peligro derivado del uso de las radiaciones ionizantes con fines diagnósticos ha sido siempre tema de debate y compromiso para los profesionales del radiodiagnóstico.

Numerosos son los factores invocados en el desarrollo del cáncer de mama. Uno de los factores sobre los que existe controversia es la dosis de irradiación recibida en el transcurso de las exploraciones mamográficas.

Con el presente trabajo intentamos valorar qué factores influyen en la cantidad de radiación aplicada durante una mamografía.

MATERIAL Y METODOS

En primer lugar procedimos a la realización de un control de calidad y calibración dosimétrica de la instalación empleada, que se trata de un equipo Mammo Diagnost UC (Philips); tubo radiológico: Rotalix

(50 kV). Valores nominales: 22-49 kV, 5-400 mAs, 3 kW (3 kV, 0,5 s). Con ello se pretende conocer cuál es la dosis de radiación recibida por la mama según las características aplicadas para la realización de la mamografía. Trabajamos con un potencial efectivo fijo de 30 kVp, siendo variable la intensidad del filamento (mAs) en función de la mama.

Verificación de potenciales nominales

El potencial efectivo detectado fue más bajo del nominal habitualmente y al final del chequeo saltaba a un valor ligeramente más alto, según queda reflejado en la tabla I.

Verificación de la calidad del haz de rayos X

Con potencial efectivo de 26,0 kV se midió la capa de hemirreducción (CHR), resultando: CHR (0,41 ± 0,01) mm Al ... E efectiva: 20 KeV, correspondiendo

TABLA I
VERIFICACION DE POTENCIALES NOMINALES

Potencial nominal (kVp)	Potencial efectivo (kVp)	
	Punto bajo	Punto alto
25	23,5	26,4
30	26,0	30,6
35	29,5	35,4

Repetitividad: $\pm 0,2\%$. Coef. variación: 0,0009.

aproximadamente a la calidad del haz de rayos estándar ISO C30. Por tanto, se adoptaron como factores de calibración en kerma en aire y de paso a dosis equivalente los correspondientes a esta calidad.¹

Verificación de linealidad y repetibilidad

Se chequearon disparos con los 3 potenciales nominales tabulados en la tabla I y con todos los valores seleccionables de carga (mAs) y con foco grueso, resultando:

TABLA II
VERIFICACION DE LINEALIDAD Y REPETIBILIDAD.
VALORES DE TIEMPO DE DISPARO Y KERMA EN AIRE A 30 kV

Carga de trabajo (mAs)	Intensidad filamento (mA)	Tiempo de disparo (ms)	Kerma en aire a 55 cm (mGy/mAs)
5	106	47	0,130
6	107	56	0,130
8	108	74	0,130
10	108	93	0,129
12	106	113	0,124
16	107	150	0,126
20	105	190	0,127
25	105	238	0,127
32	104	308	0,127
40	103	389	0,127
50	102	490	0,127
63	101	623	0,127
80	101	796	0,127
100	100	1.000	0,134
125	99	1.260	0,133
160	99	1.620	0,132
200	99	2.030	0,133
250	98	2.540	0,131
320	98	3.257	0,130
400	98	4.072	0,131

- Para 30 kVp nominales.
- En la hipótesis de valores nominales de carga (mAs) exactos.
- Con foco grueso.

Los valores de tiempo de disparo y kerma en el aire reflejados en la tabla II.

Los otros 2 kilovoltajes nominales se chequearon con carga de trabajo fija de 10 mA (tabla III).

TABLA III
VALORES DE TIEMPO DE DISPARO Y KERMA EN AIRE PARA OTROS KILOVOLTAJES (CARGA DE TRABAJO FIJA DE 100 mAs)

Potencial aire efectivo (kVp)	Intensidad filamento (mA)	Tiempo de disparo (ms)	Kerma en a 55 cm (mGy/mAs)
26,4	176	568	0,083
30,6	101	995	0,140
35,4	86	1.163	0,203

Valores de dosis equivalente en la mama irradiada

A partir de los valores de kerma en aire medidos, y teniendo en cuenta su excelente repetibilidad y su buena linealidad con la carga de trabajo dentro de cada kilovoltaje, resultaron los factores de paso para la obtención de las dosis equivalentes superficial y profunda (para 30 kVp) de 0,136 mSv/mAs de irradiación superficial y 0,074 mSv/mAs de irradiación profunda (tabla IV) (se entiende para condiciones habituales de potencial efectivo bajo).^{2,3}

Una vez averiguados los valores de dosis equivalente que recibe la mama en función de los mAs que se aplican para la realización de la mamografía, se

TABLA IV
VALORES DE DOSIS EQUIVALENTE EN LA MAMA IRRADIADA

Potencial nominal (kVp)	Tasa de dosis equivalente (mSv/mAs)	
	Superficial	Profunda
25	0,081	0,044
30	0,136	0,074
35	0,197	0,108

TABLA V
VALORES MEDIOS DE IRRADIACION DE MAMA
SEGUN PROYECCION (TRABAJANDO
CON POTENCIAL NOMINAL DE 30 kVp)

	Intensidad filamento (mAs) Media \pm desviación estándar	Dosis equivalente (mSv)	
		Superficial	Profunda
Craneocaudal D ..	49,25 \pm 29,2	6,698	3,644
Craneocaudal I ...	49,41 \pm 29,6	6,719	3,656
Mediolateral D	50,7 \pm 28,3	6,895	3,751
Mediolateral I	51,3 \pm 30,8	6,976	3,796

evaluaron 524 mamografías consecutivas efectuadas entre el 15 de enero y 15 de abril de 1992, después de descartar las que no se ajustaban a las características precisadas, para las que se recogieron las siguientes variables:

- Cantidad de mAs en cada proyección de ambas mamas.
- Edad de la paciente.
- Motivo de consulta.
- Tamaño de la mama.
- Diagnóstico mamográfico.
- Fase del ciclo (1, primera fase; 2, segunda fase; 3, menopausia).
- Tipo de mama (1, radiolúcida; 2, radiodensa).

Se ha efectuado en primer lugar un análisis bivariente comparando la cantidad de mAmperios según fase del ciclo, motivo de consulta, diagnóstico y tipo de mama mediante un anova; la asociación entre cantidad de mAmperios y edad o tamaño de la mama se ha estudiado con un análisis de regresión lineal simple. En último lugar se ha efectuado una regresión lineal múltiple, tomando como variable dependiente la cantidad de mAmperios en una de las proyecciones y como variables independientes el tamaño de la mama, la fase del ciclo, la radiodensidad de la mama y la edad de la paciente.

La significación estadística se ha establecido para valores de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La edad media de las pacientes ha sido de $47,3 \pm 11$, con valores extremos de 16 a 86 años.

El tamaño medio de las mamas estudiadas ha sido de $8,7 \pm 2$, oscilando entre 3 y 17.

TABLA VI
VALORES MEDIOS DE INTENSIDAD DE FILAMENTO
APLICADA SEGUN MOTIVO DE CONSULTA (mAs)

	Media \pm desviación estándar
Chequeo	48 \pm 29
Tumoración	52 \pm 38,5
Dolor	49 \pm 23
Mastopatía	53,8 \pm 24,7
Postoperatorio	52,9 \pm 41,7
Otros	49,2 \pm 25

La irradiación media ha sido muy similar en ambas mamas y ambas proyecciones (tabla V).

El análisis bivariente ha mostrado cierta asociación estadísticamente significativa entre la irradiación y el tamaño de la mama ($p < 0,01$). La radiodensidad no ha mostrado diferencias estadísticamente significativas.

La fase de la menstruación tampoco ha mostrado diferencias, aunque la media de irradiación es mayor en la segunda fase (51 ± 27), seguida de la primera fase (49 ± 34) y de la menopausia ($47,6 \pm 25$).

El análisis de la cantidad de irradiación, según motivo de consulta, no muestra diferencias estadísticamente significativas según los mismos, siendo la media por motivo la que figura en la tabla VI.

El análisis de regresión lineal múltiple da como variable asociada significativamente a la cantidad de irradiación el tamaño de la mama, no siendo significativa la asociación con la fase del ciclo, la radiodensidad de la mama o la edad de la paciente (tabla VII).

DISCUSION

Se han realizado múltiples estudios con intención de relacionar la dosis de radiación recibida por las pacientes al realizarse una mamografía con el riesgo

TABLA VII
RESULTADOS DE LA REGRESION LINEAL MULTIPLE

	Coficiente	Error estándar	p
Tamaño mama	3,45	0,80	$< 0,01$
Fase ciclo	-1,15	2,3	0,62
Radiodensidad	-3,72	3,3	0,27
Edad	-0,25	0,21	0,23
Constante	38,8	—	—

de desarrollar cáncer de mama. No existe ninguna evidencia de que alguna mujer haya desarrollado cáncer de mama como consecuencia de estudios mamográficos, ni siquiera después de múltiples estudios durante varios años con dosis mayores a las corrientes de 0,2 rad (2 mGy).⁴ Se ha establecido un riesgo teórico de contraer cáncer de un caso por año y por cada 2 millones de exploraciones.⁵ De hecho, todos los cálculos de riesgo de cáncer mamario derivado de la irradiación en exploraciones diagnósticas están basados en modelos experimentales, a raíz de las bombas de Hiroshima, pacientes con radioscopias frecuentes o tratamientos radioterápicos.⁴

En nuestra serie la irradiación profunda promedio (tabla V) ha sido algo mayor que la que refieren el resto de autores;^{5, 6, 7, 8} creemos que ello viene motivado por la utilización sistemática de parrilla antidifusora en todos los estudios.

Al examinar los factores que pueden proporcionar una mayor o menor irradiación, los resultados nos demuestran que la fase del ciclo tiene una escasa influencia en la dosis de radiación aplicada a la paciente. Creemos que la exploración a una paciente no debe posponerse a la primera fase del ciclo, basándose en el mayor riesgo que existe en estas pacientes en segunda fase.

Hemos estudiado las dosis recibidas por mujeres con edades comprendidas entre los 16 y 86 años, encontrando que no se aprecian diferencias significativas entre los distintos grupos de edades. Feig observa que, a pesar de recibir la misma dosis, las mujeres de más edad tienen menor riesgo de desarrollar un cáncer.

En cuanto a la cantidad de glándula de la mama, a pesar de creer *a priori* que la cantidad de irradiación sería diferente según el tipo de mama, recibiendo más dosis las mamas densas y menos las grasas, hemos visto que las características de la mama no influyen en la irradiación recibida.

De nuestro análisis estadístico deducimos que el

único factor que influye en la cantidad de radiación profunda recibida por la mama es el tamaño de la misma, comprobando que a mayor tamaño, mayor es la dosis aplicada.

RESUMEN

Se practica un estudio sobre la irradiación derivada de la práctica de mamografías con fines diagnósticos. Con el presente trabajo intentamos valorar en qué forma ciertos factores influyen en la cantidad de radiación durante la realización de una mamografía. Para ello revisamos una serie de 524 mamografías consecutivas en que se recogen las siguientes variables: edad, motivo de consulta, tamaño de la mama, diagnóstico mamográfico, fase del ciclo y tipo de mama. Tras el análisis estadístico observamos que la única variable que influye significativamente en la dosis de irradiación es el tamaño de la mama.

REFERENCIAS

1. PTB (Phisikalisch-technische Bundesanstalt) PTB-Dos-11. Frankfurt, 1985.
2. ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements). Determination of dose equivalent resulting from external radiation sources. ICRU Report 39. Bethesda, 1985.
3. ICRP (International Commission on Radiological Protection). ICRP Publication 603: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Pergamon Press. Oxford, 1990.
4. Feig SA, Ehrlich SM. Estimation of radiation risk from screening mammography: Recent trends and comparison with expected benefits. *Radiology* 1990; 174 (3): 638-647.
5. Bassett LW, Gold RH. Breast cancer detection: Mammography and other methods in breast imaging. 2nd edition. Grune & Stratton Inc. Orlando, 1987.
6. Law J. Patient dose and risk in mammography. *British Journal of Radiology* 1991; 64: 360-365.
7. Gohagan JK, Darby WP, Spitznagel EL, Monsees BS, Tome AE. Radiogenic breast cancer effects of mammographic screening. *JNCL* 1986; 77 (1): 71-76.
8. Haus AG. Recent advances in screen-film mammography. *Radiol Clin North Am* 1987; 25: 913-928.