

propuesto en comparación con su versión previa. El enfoque matricial propuesto también permitió hallar coincidencia cuantitativa, en términos de contraste, entre CEDM temporal a energía dual y a una sola energía, y se encontró una relación fuertemente lineal entre contraste y espesor másico de yodo para ambos tipos de resta.

**Conclusiones:** Se propuso un formalismo para CEDM temporal a energía dual, basado en ponderación pixel-a-pixel, y validado con maniquí cuyo fondo posee estructura. El enfoque matricial permite considerar la complejidad del ruido anatómico de la mama, y en consecuencia: (a) se compensa de forma correcta el cambio en el valor de pixel debido al uso de diferentes espectros de rayos X, (b) se evitan posibles ambigüedades debidas a la selección de regiones de interés, y (c) se confirma el carácter cuantitativo de la técnica.

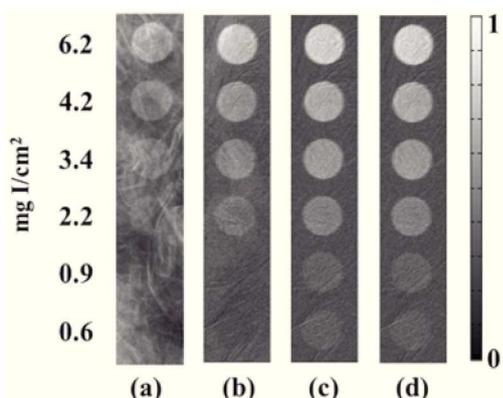
## Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente financiado por los apoyos UNAM-DGAPA PAPIIT IN102610 e IN105813. JPCB contó con beca para estudios de maestría, por parte de Conacyt.

## Bibliografía

1. Dromain C, Balleyguier C, Muller S, et al. Evaluation of tumor angiogenesis of breast carcinoma using contrast-enhanced digital mammography. *Am J Roentgenol* 2006;187:W528-37.
2. Dromain C, Balleyguier C, Adler G, et al. Contrast-enhanced digital mammography. *Eur J Radiol* 2009;69:34-42.
3. Rosado-Méndez I, Palma BA, Brandan E. Analytical optimization of digital subtraction mammography with contrast medium using a commercial unit. *Med Phys* 2008;35:5544-5557.

**Figura 1** Imágenes del maniquí de evaluación: (a) es una imagen de alta energía; (b), (c) y (d) son imágenes restadas con el formalismo previo, el formalismo propuesto y CEDM temporal a una sola energía, respectivamente. La escala de gris representa el valor de pixel normalizado en las imágenes restadas.



## 100: Estudio de la curva de brillo del $\text{CaF}_2:\text{Tm}$ expuesto a rayos X de interés mamográfico

I. D. Muñoz<sup>a</sup>, I. Gamboa-deBuen<sup>b</sup>, O. Ávila<sup>c</sup> y M. E. Brandan<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México

<sup>b</sup>Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México

<sup>c</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Toluca, Méx., México

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: ivdomumo@fisica.unam.mx

**Introducción:** En este trabajo se exploran las propiedades básicas del material dosimétrico llamado TLD-300 y su posible aplicación como indicador de la calidad del haz en estudios de mamografía<sup>1-3</sup>. Para esto, se expusieron TLDs-300 a haces clínicos de mamografía dentro de un maniquí. Se ha observado sensibilidad del  $\text{CaF}_2$  para detectar diferencias de hasta 2.0 keV en la energía efectiva del haz.

**Materiales y métodos:** Se utilizaron dosímetros termoluminiscentes (TLDs) de  $\text{CaF}_2:\text{Tm}$  (TLD-300), con dimensiones de  $3.1 \times 3.1 \times 0.89 \text{ mm}^3$ . Los dosímetros fueron horneados durante una hora a  $400^\circ\text{C}$  y se enfriaron rápidamente a una temperatura controlada de  $18 \pm 1^\circ\text{C}$ . La lectura de los dosímetros se llevó a cabo con un equipo lector Harshaw 3,500, con flujo constante de  $\text{N}_2$  y a una tasa de calentamiento de  $8^\circ\text{C/s}$  hasta  $400^\circ\text{C}$ . Se realizó la deconvolución de las curvas de brillo para obtener 6 picos individuales. Finalmente se calculó el cociente entre los picos  $5+6+7$  y  $3a+3$ .

Para simular un estudio mamográfico se utilizó un mastógrafo GE Senographe 2000D y un maniquí mamográfico semicircular (19.0 cm de diámetro y 4.5 cm de espesor), fabricado de PMMA. Los TLDs se colocaron a diferentes profundidades dentro del maniquí, hasta 3.5 cm. Para irradiar los TLDs se utilizaron 2 haces mamográficos, de combinación ánodo/filtro/kV Mo/Mo/22kV y Rh/Rh/40kV.

Los espectros de los haces en la superficie del maniquí se calcularon utilizando la parametrización espectral de Boone<sup>4</sup>. Para calcular los espectros a diferente profundidad sólo se consideró el endurecimiento del haz dentro del maniquí.

**Resultados:** El cociente entre picos como función de la energía efectiva del haz se muestra en la figura 1. En todos los casos el cociente disminuye al aumentar la energía efectiva. La diferencia del cociente de picos en la superficie con respecto a la profundidad máxima en el maniquí es de 5.3% para Mo/Mo y 4.4% para el haz de Rh/Rh.

**Conclusiones:** Se ha observado que por medio del cociente entre picos del  $\text{CaF}_2:\text{Tm}$ , es posible detectar diferencias de hasta 2.0 keV en la energía del haz.

## Agradecimientos

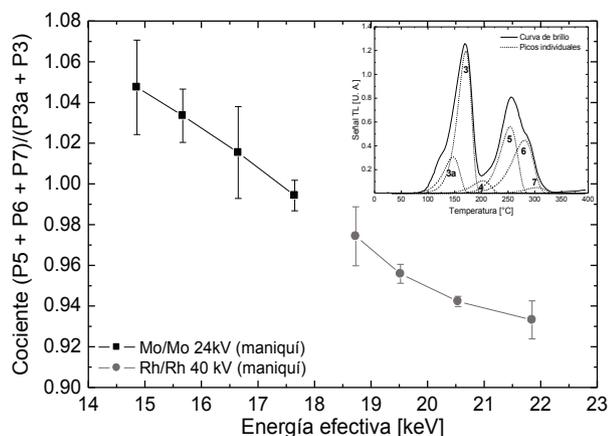
Este trabajo cuenta con el apoyo de DGAPA-UNAM IN105813. Se agradece a G Massillon, E López, C Ruiz y T Murrieta.

## Bibliografía

1. Massillon JL, Gamboa-deBuen I, Buenfil AE, et al.  $\text{CaF}_2:\text{Tm}$  (TLD-300) thermoluminescent response and glow curve induced by gamma rays and ions. *Nucl Instrum Methods Phys Res A* B266 2008;772-780.
2. Furetta C. A Study of the Peak Ratios in  $\text{CaF}_2:\text{Tm}$  (TLD-300) as a Function of Beta Energy. *Radiat Prot Dosimetry* 1985;11:263-266.

- YS Horowitz, Moscovitch JW. Highlights and pitfalls of 20 years of application of computerised glow curve analysis to thermoluminescence. *Radiat Prot Dosimetry* 2013;153(1):1-22.
- Boone JM, Fewell TR, Jennings RJ. Molybdenum, rhodium, and tungsten anode spectral models using interpolating polynomials with application to mammography. *Med Phys* 1997;24(12):1863-1874.

**Figura 1** Cociente entre picos como función de la energía. Las líneas sólidas indican cambios debidos a la presencia del maniquí. En el inset, ejemplo de curva de brillo y los 6 picos individuales.



### 110: Validación de los cálculos de índice de rendimiento miocárdico para fetos normales del estado de Durango

H. Herrera<sup>a</sup> y A. E. González<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Centro Estatal de Cancerología de Durango, Durango, Dur., México

<sup>b</sup> Hospital General de Durango, Durango, Dur., México

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: ramgih@yahoo.com

**Introducción:** El índice de rendimiento miocárdico modificado (IRMm) permite la evaluación de la función sisto-diastólica cardíaca, mediante Doppler pulsado, en una sola vista ultrasónica del ventrículo izquierdo y es utilizado como marcador precoz de alteraciones funcionales. Este trabajo pretende validar el cálculo puntual mediante un análisis a posteriori sobre las imágenes originales.

**Materiales y métodos:** A partir de análisis muestral donde se consideró que para obtener un error máximo de 0.02, con 99% de confianza y, a partir de una desviación estándar máxima de 0.08, se necesitaban, al menos, 107 pacientes; se estudiaron 123 pacientes embarazadas entre las 20 y las 40 semanas de gestación sin factores de riesgo asociados. Los cálculos iniciales fueron realizados por el cardiólogo durante el estudio ultrasonográfico y se archivaron las imágenes de cada paciente para su posterior análisis (fig. 1).

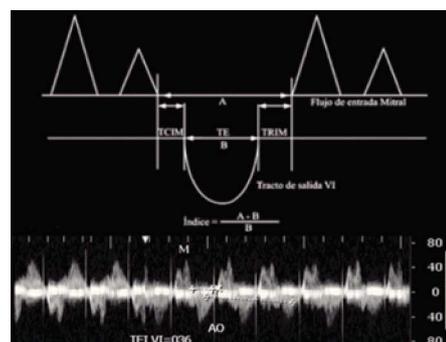
La variabilidad entre resultados se estimó utilizando la siguiente expresión:  $s = (s_1^2 + s_2^2)^{1/2}$ . Donde  $s_1^2$ ,  $s_2^2$  son las varianzas de los datos obtenidos por el cardiólogo y en el análisis posterior respectivamente. El análisis posterior se realizó en Matlab® utilizando herramientas de análisis de imágenes.

Para la validación se utilizaron todos los segmentos de cada imagen, incluyendo el utilizado por el cardiólogo para su cálculo original.

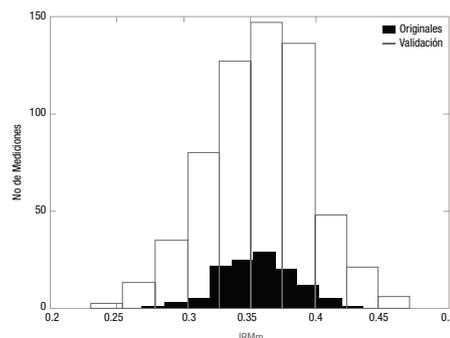
**Resultados:** El valor estimado para el IRMm fue de  $0.36 \pm 0.07$ , considerando el intervalo de confianza del 99%. La variabilidad encontrada fue de 0.04 (fig. 2).

**Conclusiones:** El IRMm para fetos normales fue obtenido con muy alta precisión y coincide con el publicado por otros autores. Los resultados ofrecen confianza para utilizarlo como herramienta de detección de alteraciones funcionales cardíacas, tanto en fetos de alto riesgo como en los supuestamente normales.

**Figura 1** Ejemplo de imagen ultrasonográfica a analizar y definición gráfica del IRMm.



**Figura 2** Comparación histográfica de los resultados originales y de validación.



### 120: Cálculo de T2 a las nanopartículas de óxido de hierro para utilizarlas como medio de contraste en imágenes de resonancia magnética

S. Hidalgo<sup>a,b,\*</sup>, E. Gutiérrez<sup>c</sup>, M. Méndez-Rojas<sup>d</sup>, P. Dies<sup>c</sup>, B. Celis<sup>e</sup>, M. Obregón<sup>c</sup> y P. Ibañez<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Hospital Infantil de México "Federico Gómez", México D.F., México

<sup>b</sup> Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México

<sup>c</sup> Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Méx., México

<sup>d</sup> Universidad de las Américas de Puebla, San Andrés Cholula, Pue., México

<sup>e</sup> Facultad de Física, Benemérita Universidad Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, Pue., México

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: shid@xanum.uam.mx