

espectrofotómetro PerkinElmer UV/VIS de doble haz y un láser He-Ne de emisión continua (CW), centrado en 633 nm. **Resultados:** Las curvas de calibración de las PR EBT2 presentan diferente sensibilidad dependiendo del SO utilizado para su análisis. Esta variación en la sensibilidad se debe a que la respuesta de la película (DO neta) depende de la longitud de onda a la cual fueron medidos. Esto implica que, al utilizar una fuente de luz con un ancho de banda, como el escáner, la saturación ocurra más rápido que cuando se utiliza una fuente de luz con una sola longitud de onda, como es el caso del láser y el espectrofotómetro.

Para el intervalo de dosis estudiado, se encontró que, si la película es analizada con el láser, la sensibilidad de la respuesta aumenta un 73% si la comparamos con la respuesta de la película analizada con el escáner. Por otra parte, el espectrofotómetro presenta un 10.5% más sensibilidad en la respuesta que el láser, esto es porque el láser utiliza su línea de emisión a 633 nm, mientras que el espectrofotómetro nos da la DO neta en el pico de absorción (636 nm).

Además, para los 3 SO, la incertidumbre experimental ( $\sigma_{exp}$ ) resultó menor que la incertidumbre del ajuste ( $\sigma_{ajuste}$ ). Sin embargo, el escáner presenta menor  $\sigma_{ajuste}$ , mientras que la  $\sigma_{exp}$ , resultó menor para el espectrofotómetro y el láser.

**Conclusiones:** Los resultados muestran que es posible utilizar el láser y el espectrofotómetro como SO alternativos para caracterizar las PR EBT2, obteniendo un aumento en la sensibilidad de la respuesta, ya que este factor influye en la incertidumbre total en la determinación de la dosis.

## Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía por apoyarnos para el desarrollo de este trabajo, así como el apoyo del proyecto CONACYT-SALUD-2012-01-181822.

## Bibliografía

1. Mack A, Mack G, Weltz D, et al. High precision film dosimetry with GAFCHROMIC® films for quality assurance especially when using small fields. *Med Phys* 2003;30:2399-2408.
2. Paelinck L, De Neve W, De Wagter C. Precautions and strategies in using a commercial flatbed scanner for radiochromic film dosimetry. *Phys Med Biol* 2007;52:231-242.
3. Skoog DA, James Holler F, Crouch SR. Principles of instrumental analysis. 5th ed. New York: Saunders College Publishing; 2008.

## 02C: Medición de la sensibilidad óptica de las películas GAFCHROMIC EBT2 en un rango dinámico de 10 a 50 Gy

M. G. Enríquez-Cuazitl<sup>a,\*</sup>, E. Y. León-Marroquín<sup>a</sup>, O. A. García-Garduño<sup>b</sup> y M. A. Camacho-López<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Laboratorio de Fotomedicina, Biofotónica y Espectroscopia Láser de Pulsos Ultracortos, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Méx., México

<sup>b</sup>Laboratorio de Física Médica, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, Méx., México

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: liebe\_gaby@hotmail.com

**Introducción:** Las películas radiocrómicas (PR) han sido ampliamente usadas en aplicaciones clínicas, principalmente en radioterapia, ya que poseen ciertas características que las hacen viables para su uso práctico<sup>1</sup>. La relación entre dosis absorbida y la respuesta de la película a distintos niveles de irradiación conforman la curva de calibración o curva de respuesta. La respuesta de las PR a la dosis de irradiación es caracterizada por el cambio en su densidad óptica. Para su análisis pueden emplearse diferentes sistemas de ópticos (SO) de lectura como: escáner, láser o espectrofotómetro; cada uno de ellos presenta diferente sensibilidad dependiendo de la longitud de onda empleado en el análisis de la película<sup>2</sup>.

El espectro de absorción de la PR muestra que dependiendo del rango de dosis empleado, las películas presentan diferente sensibilidad. Las películas irradiadas en el rango de dosis de 0-10 Gy son más sensibles a la luz roja (636 nm), mientras que las películas irradiadas en el rango de dosis de 11-50 Gy son más sensibles a la luz verde (585 nm)<sup>3</sup>. En este trabajo se propone utilizar como sistema de lectura láser de 548 nm (verde) para determinar la curva de respuesta de la PR en un rango de dosis de 11 a 50 Gy obteniendo mayor precisión en el cálculo de la dosis absorbida y, de este modo, mejorar la dosimetría que se logra usando un escáner para el rango dinámico utilizado en la práctica clínica.

**Materiales y métodos:** Las PR EBT2 se irradiaron con un acelerador lineal modelo Novalis con una energía nominal de 6 MV propiedad de la Unidad de Radiocirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. El rango dinámico fue de 11-50 Gy. Las películas se analizaron con 3 SO: un escáner Epson Perfection V750, un espectrofotómetro Perkin Elmer marca Lambda 650 UV/VIS y un láser verde de HeNe centrado en 548 nm.

**Resultados:** Se obtuvieron las curvas de calibración de las PR EBT2 analizadas con 3 SO, para el rango de dosis de 11-50 Gy. Cada sistema óptico empleado muestra diferente sensibilidad, dependiente de la longitud de onda o rango de longitudes de onda que utilizados. Con el escáner se utilizó la componente verde; con el láser verde se consideró su línea de emisión centrada a 548 nm y para el espectrofotómetro se tomó la densidad óptica a 583 nm.

La densidad óptica obtenida utilizando como SO un escáner corresponde a un promedio de los valores de densidad óptica para cada longitud de onda, lo cual implica que la saturación ocurre más rápido y, por lo tanto, la sensibilidad es menor. Se observa que para el escáner, la saturación se presenta más rápidamente debido a que su ancho de banda es más amplio comparado con el ancho de banda reducido que presenta el láser y el espectrofotómetro en el rango de dosis de 11-50 Gy.

**Conclusiones:** La sensibilidad de las PR depende del SO empleado. Esta variación en la sensibilidad se debe a que la respuesta de la película depende de la longitud de onda a la cual se está midiendo.

## Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía por apoyarnos para el desarrollo de este trabajo, así como el apoyo del proyecto CONACYT-SALUD-2012-01-181822.

## Bibliografía

1. American Association of Physicists in Medicine (AAPM) report 63. Radiochromic Film Dosimetry. Med Phys 1998;25:2093-2115.
2. Butson MJ, Cheung T, Yu PK, et al. Dose and absorption spectra response of EBT2 Gafchromic film to high energy x-rays. Australas Phys Eng Sci Med 2009;32:196-202.
3. León Marroquín EY. Caracterización de la película radiocrómica EBT2 con diferentes sistemas de lectura. Tesis de maestría, 2013, Universidad Autónoma del Estado de México.

### 04C: Estudio Monte Carlo de la respuesta de un nuevo detector centellador plástico a haces de fotones de 6V

E. Moreno-Barbosa<sup>a,\*</sup>, F. Moreno-Barbosa<sup>b</sup>, G. Vargas-Hernández<sup>a</sup>, R. Palomino-Merino<sup>a</sup> y J. Ramos-Méndez<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP, Puebla, Pue., México

<sup>b</sup> Hospital de la Mujer, SSA, Puebla, Pue., México

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: emoreno.emb@gmail.com

**Introducción:** Las simulaciones basadas en el método de Monte Carlo (MC) son la manera más precisa de calcular cantidades de interés en radioterapia. Su aplicación en el desarrollo de nuevos detectores o la caracterización de los mismos se ha incrementado en nuestros días. Geant4 es un sistema de simulación de uso general que ha sido utilizado para la solución de problemas relacionados con la radioterapia. El código Geant4 ha tenido una gran aceptación que inclusive se han desarrollado códigos con interfaces de fácil manipulación basados en esta herramienta, por ejemplo: GAMOS, GATE y TOPAS. Por lo tanto, estas aplicaciones pueden ser utilizadas para estudiar la respuesta de nuevos detectores sometidos a radiaciones dentro del rango de energías clínico, todo esto sin la necesidad de grandes conocimientos de lenguaje de programación. El objetivo principal de este trabajo es simular la respuesta de un plástico centellador a haces de fotones de 6MV.

**Metodología:** La metodología consiste en 2 etapas. En la etapa 1 se simuló el transporte de haces de fotones producidos por un LINAC, para generar archivos con información de espacio fase (EF) en formato IAEA. La geometría consiste de los siguientes elementos: Un objetivo el cual generará fotones mediante *bremsstrahlung*, 2 colimadores, el filtro aplanador, la cámara de ionización, las mandíbulas y un tanque de agua. Los EF fueron usados para calcular el perfil de dosis depositada a profundidad (PDD) en un tanque voxelizado de agua localizado a 100 cm a distancia fuente superficie (SSD). Los datos de PDD fueron comparados con datos experimentales de un acelerador lineal Varian Clinac 21EX para un campo de 10x10 cm<sup>2</sup>, mediante la diferencia porcentual punto a punto. Etapa 2: tomando como fuente de partículas el EF simulado en la etapa 1, se calculó la dosis depositada y la fluencia de energía en 2 volúmenes de la misma dimensión (4.2 x 11.9 x 1 cm<sup>3</sup>) y diferente material: poliestireno y agua. En esta etapa, se tomó en cuenta el transporte óptico de la radiación a través del cristal (centelleo). El poliestireno del plástico centellador fue dopado

con una específica concentración de dopantes utilizada en nuestro laboratorio: 0.1% de POP y 0.03% de POPOP.

**Resultados:** Para la etapa 1: las diferencias porcentuales entre los datos experimentales y simulados se mantuvo por debajo del 2% con una incertidumbre estadística de 1%. Para la etapa 2: la razón entre la dosis depositada en el plástico y la dosis depositada en agua fue de 0.95+/0.05, respectivamente.

**Conclusiones:** Los datos recuperados con el modelo MC del LINAC coinciden con los datos experimentales dentro de la precisión clínica. El plástico centellador muestra aproximadamente la misma respuesta a la radiación que el agua. Junto con resultados preliminares de la respuesta de un plástico sometido a radiación con un LINAC clínico y la similitud del plástico con las razones de dosis y fluencia de energía en agua y plástico, es posible proponer este nuevo detector como monitor de radiación dentro del rango de energías clínico.

## Agradecimientos

Al Hospital de la mujer, SSA, Puebla, México, por permitirnos realizar las mediciones necesarias para la realización de este trabajo.

Al laboratorio de materiales de la FCFM-BUAP por la fabricación de los elementos centelladores y mediciones ópticas de los materiales.

## Bibliografía

1. Consultado en diciembre de 2013. <http://www.opengatecollaboration.org/>

### 05C: Estimación analítica de la dosis equivalente en superficie durante un estudio tomográfico realizado en una unidad de microtomografía computacional

A. N. Rueda<sup>a,b,\*</sup>, M. E. Romero<sup>b</sup> y L. A. Medina<sup>a,b</sup>

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

<sup>b</sup> Unidad de Investigación Biomédica en Cáncer INCan-UNAM, Instituto Nacional de Cancerología (INCan), México D.F., México

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: alexisrueda@fisica.unam.mx

**Introducción:** En este trabajo se desarrolló un modelo analítico para estimar la dosis equivalente en superficie (DES) impartida en un ratón durante un estudio tomográfico realizado en la unidad microCT del sistema de adquisición de imagen trimodal microPET/SPECT/CT (Albira ARS, Oncovision). El modelo de estimación de dosis aquí presentado está fundamentado en la integración numérica de distribuciones espectrales de rayos X simuladas a través del método de interpolación polinomial de Boone<sup>1</sup>. A partir de dicho método, Moya et al.<sup>2</sup> han realizado la parametrización de los espectros de fluencia por disparo (fotones·mm<sup>-2</sup>·mAs<sup>-1</sup> a 1 m de distancia) generados por un tubo con ánodo de tungsteno de manufactura y características similares al de la unidad microCT del sistema Albira<sup>3</sup>, por lo que los coeficientes de interpolación polinomial reportados por ellos han sido