

Es indispensable contar con un grupo interdisciplinario que aborde el problema en forma integral e inmediata considerando los siguientes aspectos:

- Reconstruir el accidente y la dosis absorbida por el paciente.
- Determinar clínicamente el grado del daño, de acuerdo al historial clínico y a los efectos biológicos que presente el paciente (síndrome agudo por radiación).
- Definir la estrategia terapéutica personalizada.

Conclusiones: Se identificaron diferentes metodologías de desincorporación radiológica para los casos de contaminación interna derivada de accidentes nucleares y radiológicos, en función del radionúclido, radiotoxicidad, tipo de radiación y su energía, compuesto químico, vida media del radionúclido, órgano crítico, rapidez de dosis absorbida, las características del accidente, así como el estado clínico del paciente.

16O: Parámetros óptimos para reducción de varianza en simulaciones Monte Carlo para terapia de protones en modo de dispersión pasiva

J. Ramos-Méndez^a, J. Perl^{b,*}, J. Schümann^c, J. Shin^d, B. Faddegon^e y H. Paganetti^c

^a Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue., México

^b SLAC National Laboratory, EUA

^c Massachusetts General Hospital, EUA

^d St Jude Children's Research Hospital, EUA

^e University of California at San Francisco, EUA

* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: joserm84@gmail.com

Introducción: La forma más precisa de calcular la dosis depositada en radioterapia es mediante el método de Monte Carlo (MC). Sin embargo, el tiempo de simulación es prohibitivo para su práctica clínica en radioterapia con protones. Para radioterapia convencional, las técnicas de reducción de varianza (VRT) han permitido la implementación de MC en la práctica clínica. En este trabajo, se propone la implementación de VRT adecuadas para las necesidades específicas de la radioterapia con protones en modo de dispersión pasiva. Nos enfocamos en la transporte de protones a lo largo del cabezal de tratamiento, el cual ocupa más de la mitad del tiempo total de toda la simulación.

Materiales y métodos: Utilizando el software TOPAS¹, se modelaron los cabezales de tratamiento del Francis H Burr Proton Therapy Center (S1) y de la University of California at San Francisco (S2). Se implementó la técnica geométrica de división de partículas (GDP)² y se estudiaron los umbrales óptimos de producción (UP) de partículas secundarias. Para el arreglo S1, un par de planos se colocaron antes del segundo dispersor (SD2) y antes de la apertura (AP) respectivamente; las partículas (protones primarios y secundarios) que arribaron a tales planos fueron copiadas 8 veces por plano. Para el arreglo S2, el primer plano se colocó antes de la columna de agua (CA) y el segundo antes de la AP; las partículas

fueron copiadas 16 veces por plano. Se generaron archivos de espacio fase (EF) a la salida de cada cabezal de tratamiento y se calculó la eficiencia computacional mediante la fluencia plana. Se realizaron pruebas de precisión comparando los EF creados con VRT y sin VRT. Para ello, se calcularon los perfiles de dosis en tanques voxelizados de agua y en un paciente para comprobar el desempeño en situaciones reales.

Resultados: Los parámetros óptimos para los 2 arreglos se muestran en la tabla 1. Se incluye: la posición de los planos DPG, el número de división (Ns), los óptimos UP, el factor para ruleta rusa (FRR) y la ganancia en eficiencia (EF). Las diferencias porcentuales son menores al 2% para los perfiles de dosis en agua. Para el paciente de cabeza y cuello (fig. 1), la prueba de índice gamma fue de 98.7% para el criterio de 3%/3mm.

Conclusiones: Considerando DPG y UP es posible incrementar considerablemente la eficiencia computacional sin comprometer la precisión disimétrica.

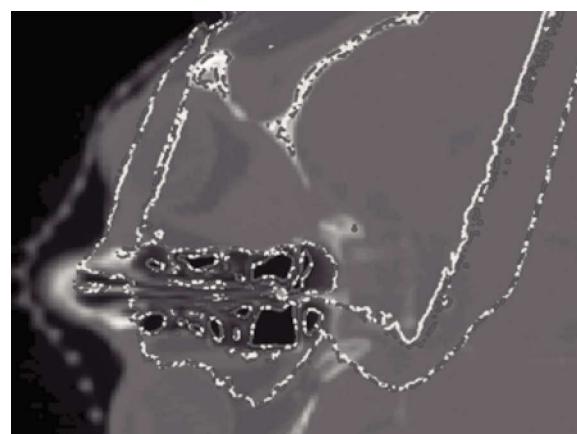
Bibliografía

1. Perl J, Schümann J, Shin J, et al. TOPAS: An innovative proton Monte Carlo platform for research and clinical applications. *Med Phys* 2012;39(11):6818-6837.
2. Ramos-Méndez J, Perl J, Schümann J, et al. Geometrical splitting technique to improve the computational efficiency in Monte Carlo calculations for proton therapy. *Med Phys* 2013;40(4):041718.

Tabla 1 Parámetros óptimos de VRT y eficiencia

Opción	DPG	Ns	UP	FRR	EF
S1	SD2/AP	8	50 mm	1.5	78
S2	CA/AP	16	0.05 mm	4.0	57

Figura 1 Referencia (línea continua). Reducción de varianza (línea punteada).



17O: Moderador de polietileno para el análisis por activación usando los fotoneutrones de un LINAC

H. R. Vega-Carrillo

Unidad Académica de Estudios Nucleares de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, Zac., México

* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: fermineutron@yahoo.com

Introducción: El uso de aceleradores lineales (LINACs) de alta energía para el tratamiento de cáncer ofrece muchas ventajas en comparación a los LINACs de baja energía. Sin embargo, cuando un LINAC opera con voltajes superiores a los 8 MV, junto con el haz de fotones se producen fotoneutrones mediante reacciones (n). Estos neutrones depositan una dosis indeseable en el cuerpo del paciente, inducen reacciones nucleares en los materiales dentro de la sala de tratamiento que generan partículas secundarias que afectan al paciente y al personal que labora en torno a la instalación¹. Estos fotoneutrones pueden usarse para inducir la activación de muestras con fines analíticos, pero el espectro de los neutrones necesita modificarse. El objetivo de este trabajo fue diseñar un moderador que permite usar los fotoneutrones de un LINAC para inducir reacciones de activación con fines analíticos.

Materiales y métodos: Un cilindro regular de polietileno, cuyo diámetro es igual a su altura, se usó como medio moderador; para determinar las dimensiones del cilindro más adecuado usamos como figura de mérito, FOM, el cociente del flujo de neutrones térmicos y el flujo de neutrones epitérmicos y rápidos de los neutrones que alcanzan el centro del cilindro. Para esto se usó el código MCNP5² donde se modelaron cilindros de 12.7, 15.24, 17.78, 20.32, 22.86 y 25.4 cm de diámetro y altura que se expusieron al espectro de los fotoneutrones de un LINAC de 15 MV, y se calculó el espectro de los neutrones en el centro del cilindro. Se construyó el moderador para activar muestras sólidas y líquidas. Para evaluar el moderador se prepararon muestras líquidas de MnSO_4 con 0.5, 0.75 y 1 gr de Mn. Para evaluar la energía de los neutrones que inducen la activación una muestra de 1 g de Mn se irradió con una cubierta de Cd. También se irradiaron monedas mexicanas con masas diferentes de plata. Para evaluar la activación inducida, se usó un espeíctrómetro para rayos con un detector de 3"×3" de NaI(Tl).

Resultados: En la figura 1 se muestra la FOM en función del tamaño del cilindro, a partir de estos resultados se construyó el moderador como un cilindro de 20.32 Ø×20.32 cm², que se usó para activar las muestras mientras el LINAC aplicaba 12 Gy, sobre un maniquí de agua sólida.

De las muestras irradiadas se observó una relación lineal entre la cantidad de Mn y el área bajo el fotopico de 846.8 keV del ⁵⁶Mn y se encontró que la activación se indujo por los neutrones térmicos, cuyo flujo fue de $9.95E(5) \pm 3.6\% \text{ cm}^{-2}\text{-Gy}^{-1}$. También, se observó una relación lineal entre la cantidad de Ag en las monedas y el área bajo el fotopico de 657.6 keV que corresponde a ¹⁰⁸Ag y ¹¹⁰Ag. Debido a que el LINAC opera en tiempos cortos el moderador permite activar muestras de vida media corta.

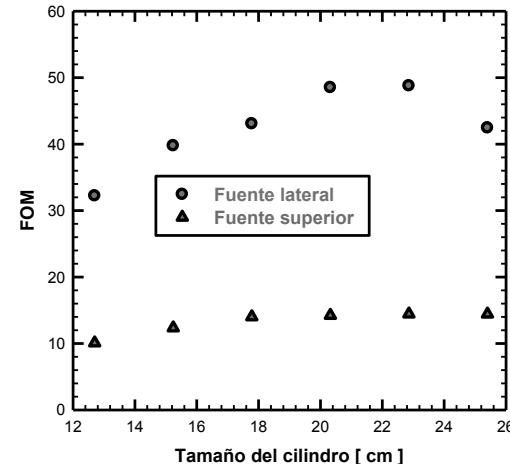
Conclusiones: Se diseñó un moderador que permite usar los fotoneutrones de un LINAC para inducir la activación de muestras. El flujo de neutrones térmicos que induce la activación es de $9.95E(5)$ neutrones por Gy.

Bibliografía

- Barquero R, Mendez R, Vega-Carrillo HR, et al. Neutron spectra and dosimetric features around an 18 MV linac accelerator. *Health Phys* 2005;88:48-58.

2. Forster RA. MCNP™ Version 5. *Nucl Instrum Methods Phys Res B* 2004;213:82-86.

Figura 1 FOM para los cilindros de polietileno.



Resúmenes de carteles

Abstracts of poster presentations

01C: Medición de la sensibilidad óptica de las películas GAFCHROMIC EBT2 obtenidas con diferentes sistemas ópticos

Y. León-Marroquín^{a,b,*}, O. A. García-Garduño^a y M. Camacho-López^b

^a Laboratorio de Física Médica & Unidad de Radioneurocirugía, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, México

^b Laboratorio de Fotomedicina, Biofotónica y Espectroscopía Láser de Pulso Ultracorto, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Méx., México

* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: yaz_3333 @hotmail.com

Introducción: Con el advenimiento de nuevas técnicas de tratamiento en radiocirugía, las cuales, para su comisionamiento y caracterización necesitan de detectores de alta resolución espacial, las películas radiocrómicas (PR) han tomado ventaja en cuanto a dosimetría para campos no convencionales¹. Para su análisis, este tipo de detectores necesitan de algún sistema óptico (SO) que típicamente en la clínica es un escáner comercial en modo de transmisión². Sin embargo, existen otros SO como los láseres y los espectrofotómetros³, que también pueden ser empleados para la caracterización de las PR, obteniendo una mayor sensibilidad en la respuesta (densidad óptica, DO).

El objetivo de este trabajo es caracterizar las PR EBT2 utilizando 3 SO: escáner, espectrofotómetro y láser.

Materiales y métodos: Se utilizaron muestras de PR EBT2 de tamaño 3 x 3 cm². Las muestras se irradiaron con un acelerador lineal Novalis® BrainLAB de energía nominal de 6 MV en modo de fotones, cubriendo un intervalo de dosis de 0 a 10 Gy. Las películas fueron leídas 72 horas después de la irradiación utilizando un escáner EPSON Perfection V750, un