

de 100 mCi, mientras que con el cálculo de dosimetría personalizada se recomienda una actividad de  $219 \pm 16$  mCi para depositar  $85 \pm 6$  Gy (tabla 1).

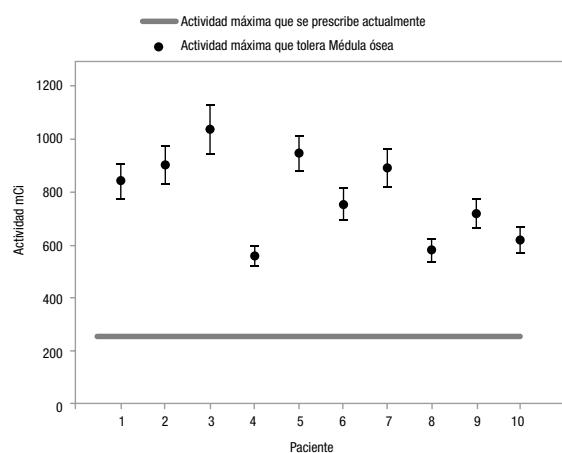
**Conclusiones:** La variabilidad en la captación y rapidez de eliminación del  $^{131}\text{I}$ , i.e. el metabolismo propio de cada paciente, es un factor que se debe tomar en cuenta al prescribir un tratamiento.

El protocolo actual de tratamiento del CDT utilizado en el INCAN maneja una actividad máxima muy conservadora. De acuerdo a los resultados de este trabajo, el cálculo dosimétrico personalizado indicó que es posible el uso de actividades mayores, para lograr la dosis necesaria para controlar el tumor, sin afectar los OER.

## Agradecimientos

Dpto. de Medicina Nuclear INCAN, proyecto CONACyT No. 127409, 154557, PAPIIT 111512.

**Figura 1** Actividad máxima tolerable por médula.



**Tabla 1** Comparativo de dosis personalizada (calculada) vs. dosis estándar para el paciente con recurrencia tumoral

	Actividad prescrita	Dosis a tejido tumoral
Protocolo actual	100 mCi	$39 \pm 3$ Gy
Dosimetría personalizada	$219 \pm 16$ mCi	$85 \pm 6$ Gy

## 150: Metodología de desincorporación radiactiva

E. A. Jiménez-Figueroa<sup>a</sup>, L. C. Paredes-Gutiérrez<sup>b,\*</sup> y A. Cortés<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Méx., México

<sup>b</sup> ININ, Méx., México

<sup>c</sup> CNSNS, Méx., México

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: lydia.paredes@inin.gob.mx

**Introducción:** En México no se cuenta con un documento oficial que recomiende las metodologías clínicas específicas para acelerar la desincorporación de radionúclidos en trabajadores o público, con presencia de contaminación interna derivada de un accidente nuclear o radiológico, con el propósito de disminuir la dosis absorbida y los efectos biológicos. Hay cerca de 3,000 núclidos pero sólo unos cuantos son considerados de importancia para la contaminación interna, en aplicaciones en medicina, industria e investigación.

**Materiales y métodos:** Se realizó un análisis detallado de diferentes vías de incorporación radiactiva; ingestión, inhalación y absorción por piel y heridas, así como las diferentes etapas de ingestión, transferencia, absorción y excreción de los radionúclidos. Se revisaron los modelos biocinéticos aplicables y se seleccionaron las siguientes metodologías de desincorporación de radionúclidos:

- **Reducción y/o inhibición de absorción del radionúclido en el tracto gastrointestinal.**
- **Bloqueo de la absorción del órgano de interés.** Ejemplo: administración de pastillas de yoduro de potasio para bloqueo de la glándula tiroides.
- **Dilución isotópica.** Ejemplo: administrar suero vía intravenosa para aumentar el líquido de hidratación, en el caso de contaminación interna con H-3.
- **Alteración química de la substancia.** Ejemplo: prevenir la formación de iones uranio en los riñones, empleando el bicarbonato de sodio.
- **Desplazando el radionúclido del receptor.** Ejemplo: administrando oralmente iodo estable para desplazar al Tc-99m.
- **Técnicas de quelación tradicional.** Ejemplo: administrando el quelante DTPA para desincorporación interna del plutonio.
- **Descontaminación rápida de radionúclidos en el caso de heridas,** con el propósito de minimizar la absorción.
- **Lavado broncoalveolar** para los casos graves de contaminación con partículas radiactivas insolubles inhaladas.

**Resultados:** Se identificaron, clasificaron y seleccionaron las metodologías de tratamiento clínico para acelerar la desincorporación radiactiva de personas, con presencia de contaminación interna derivada de accidentes nucleares o radiológicos. La metodología seleccionada tiene por objetivo:

- Impedir la absorción.
- Impedir la incorporación.
- Disminuir la vida media biológica efectiva.
- Disminuir la dosis absorbida al paciente.
- Disminuir en lo posible los efectos biológicos de la radiación (estocásticos y determinísticos).

La efectividad de estas metodologías es directamente proporcional a su aplicación preventiva de bloqueo, antes del accidente, o bien posterior al accidente, lo más rápido posible. Sin embargo, el diagnóstico clínico oportuno y especializado, es uno de los factores más importantes en lograr que altos porcentajes de desincorporación de los radionúclidos de los pacientes.

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<sup>a</sup>, J. Perl<sup>b,\*</sup>, J. Schümann<sup>c</sup>, J. Shin<sup>d</sup>, B. Faddegon<sup>e</sup> y H. Paganetti<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue., México

<sup>b</sup> SLAC National Laboratory, EUA

<sup>c</sup> Massachusetts General Hospital, EUA

<sup>d</sup> St Jude Children's Research Hospital, EUA

<sup>e</sup> University of California at San Francisco, EUA

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: [joserm84@gmail.com](mailto: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 TOPAS<sup>1</sup>, 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)<sup>2</sup> 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 disímétrica.

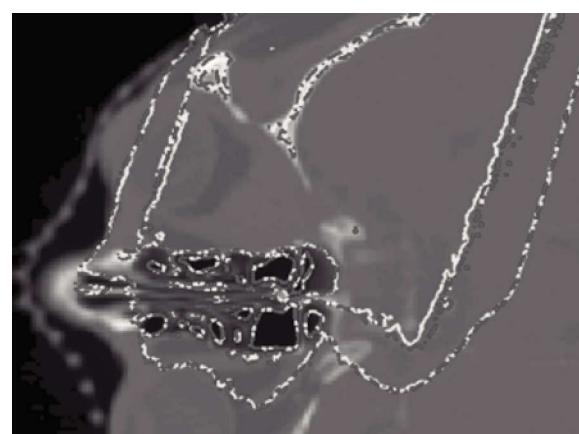
## Bibliografía

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