

**Protección Radiológica en Braquiterapia Intersticial y
Determinación de la Dosis y Tasa de Exposición de una Fuente de Ir-192
mediante el MCNP-4B**

Morales Landin, María Elena ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

(1) INEN, Av. Angamos Este 2520 – Surquillo, Lima-Perú.

(2) IECN, Jr. Ancash 1271 - Cercado de Lima, Lima-Perú.

(3) UNI, Av. Túpac Amaru 210 – Rimac, Lima 25 - Perú

toyoco3000@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo fue realizado en el Instituto de Ciencias Neurológicas teniendo como objetivo determinar la Dosis y la tasa de exposición de las fuentes de Iridio 192, Yodo 125 y Paladio 103; las cuales se utilizan para realizar implantes en la Braquiterapia Intersticial según el TG43. Para ello realizamos un cálculo teórico, se definen en el archivo de entrada: la geometría, materiales del problema y la fuente de radiación, etc; en el Código de Montecarlo MCNP-4B, considerando una fuente puntual y para la determinación de dosis simulamos dosímetros termo luminiscentes (TLD) : a 5 cm, 50 cm, 100 cm y 200 cm de la fuente. Nuestro fin es analizar las medidas de radioprotección que se deben tomar en cuenta en este Instituto en el cual se realizan biopsias al cerebro utilizando un marco estéreo-táctico **Micromar**, y en un futuro cercano con la colaboración de un doctor y físico cubano se pretende realizar la técnica de Braquiterapia Intersticial con fuentes de Ir-192 para pacientes con tumores como glioblastomas, astrocitomas, etc.

1.-INTRODUCCIÓN

En esta Institución se tiene un Tomógrafo Siemens Somaton y un Resonador. Se realizan biopsias al cerebro utilizando un marco estéreo-táctico **Micromar**, en un futuro cercano se pretende realizar la técnica de Braquiterapia Intersticial con fuentes de Ir-192 para pacientes con tumores metastásicos como glioblastomas multiformes, astrocitomas, etc. Y realizar cirugías funcionales (parkinson). Esta técnica consiste en colocar el marco estereotáctico en la cabeza del paciente para realizar una Tomografía o Resonancia, con la finalidad de localizar el tumor mediante la imágenes o cortes tomográficos de 3mm. Luego el paciente en la sala de operaciones se procede a realizar la biopsia, utilizando la cánula para ello el físico medico mediante el software dará las coordenadas cartesianas x, y, z y los ángulos α (alfa) y β (beta) al neurocirujano. El Código MCNP4B puede realizar la determinación de la Tasa de Exposición y la Dosis Absorbida de una fuente de Ir-192 en forma de alambre.

2.-MARCO TEÓRICO

2.1. El sistema estereotáctico.-

Permite realizar cirugías estereotácticas por un orificio (trépano), abordar cualquier estructura del encéfalo con gran precisión y exactitud. Realizar cualquier proceder neuroquirurgico estereotáctico a cráneo abierto guiado por imagen y asistido por computadora.

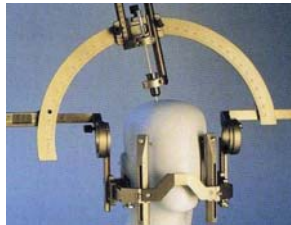


Fig.1.- El Sistema Estereotáctico Estereoflex.

2.1.1.- Principales aplicaciones.-

- Biopsias de lesiones intracraneales.
- Implante Tumoral de material radiactivo (Braquiterapia)
- Neurocirugía funcional: Cirugía de movimientos anormales, de la epilepsia, del dolor, etc.

2.1.2.- Partes fundamentales del sistema estereotáctico.-

- Marco Estereotáctico.
- Arco Estereotáctico.
- Guía del Arco.
- Sistema de fijación al cráneo.

2.2.- Instrucciones para la operación (Biopsia)

- 1ero : Decidir si el modo de trabajo se va realizar por encima o por debajo del marco.
Y si se va utilizar la pieza intercambiable.
- 2do : Fijación a la cabeza al paciente. (ver Fig. 2)

- 3ero : Estudio Imagenológico. Fijación al Tomógrafo. (ver Fig. 3 y 4)
- 4to : Fijación a la mesa quirúrgica. (ver Fig. 7)
- 5to : Ubicación de las coordenadas estereotácticas. (ver Fig. 7)



Fig.2.- El neurocirujano aplica anestesia local al paciente, ajusta los tornillos y el físico médico sostiene el marco.



Fig.3.- Colocar el adaptador a la mesa de tratamiento, para luego fijar el marco al adaptador con un ángulo de 90 grados.



Fig. 4.- Colocar correctamente el sistema de localización al marco antes de realizar la tomografía. Para evitar errores en los cálculos de coordenadas.



Fig. 5.- El neurocirujano debe ubicar el Tumor y el Físico Médico verificar que se distingan los fiduciales.



Fig. 6.- Este es un trabajo en equipo, se transfieren las imágenes del Somaton a la sala de operaciones en formato DICOM. En el software Stassis cubano se convierte las imágenes del formato Dicom a STI.



Fig. 7.- Acople del marco a la mesa quirúrgica y con el cabezal Mayfield. Luego el neurocirujano colocara las coordenadas espaciales. Y el físico verificará que las coordenadas estén correctas.

3.- MÉTODO EXPERIMENTAL

Se simulo la tasa de exposición a 1.5 cm, 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, 10 cm, 50 cm, 100 cm y 200 cm de distancia de una fuente de Ir-192 con una actividad de 150 mCi, en forma de alambre de 50 cm de largo y con 0.3mm de sección transversal. Esta fuente emite fotones gamma de 0.2 MeV y 1.4 MeV y radiación beta de 0.67 MeV.

Para realizar la simulación se debe realizar la geometría de la fuente de iridio en forma de alambre con 50 cm de longitud, una sección transversal de 0.3 mm y con un blindaje de 0.1 mm de Pt (platino). Definir la energía, materiales, etc.

4.-RESULTADOS

Los resultados de la simulación mediante el código MCNP4B se muestran en la Tabla I.

Para hallar la Tasa de Exposición se utilizo la fórmula 1, donde Γ : es la constante específica de tasa de exposición de la fuente, d: es la distancia, y A: es la actividad de la fuente. La función gamma Γ del el ^{192}Ir es 0.47 R.m²/hr.Ci, según la Tabla II.

$$\dot{X} = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \Gamma \frac{A}{d^2} \dots(1)$$

Tabla III.- Se presenta los datos mediante la simulación y los datos teóricos despejando la fórmula 1.

Distancia (cm)	Tasa de Exposición 1 MCNP4B (mR/Hr)	Tasa de Exposición 2 Fórmula 1 (mR/Hr)
10	6.13	14.1
50	0.4880	0.564
100	0.129	0.141
200	0.0327	0.0353

Tabla I. Se presenta los resultados obtenidos por la simulación montecarlo mediante el código MCNP4B. Se utiliza el tally f5 para encontrar la Tasa de Exposición.

Distancia (cm)	Tasa de Exposición 1 MCNP4B (mR/Hr)	Tasa de Dosis (μGy/Hr)
1.5	49.67	435.11
2	37.02	324.30
4	17.82	156.10
6	11.35	99.43
8	8.09	70.87
10	6.13	53.70
50	0.4880	4.27
100	0.129	0.11
200	0.0327	0.29

Tabla II.- Aparecen los valores de la constante de tasa de exposición para algunos radionucleidos.

Radioisótopo	Constante de tasa de exposición Γ (R.m ² /hr.Ci)
⁶⁰ Co	1.32
¹³⁷ Cs	0.33
¹⁹² Ir	0.47

Gráfica 1a.- Se observa la fuente de ¹⁹²Ir en el plano pz= 0 y ex=0.5



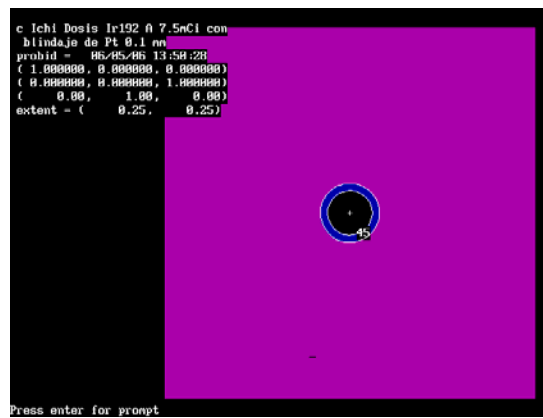
Gráfica 1b.- Se observa la fuente de ¹⁹²Ir en el plano px= 0.



Gráfica 1c.- Se observa la fuente de ¹⁹²Ir en el plano px= 0 y ex=0.5



Gráfica 1d.- Se observa la fuente de ¹⁹²Ir en el plano px= 1 y ex=0.25



5.- CONCLUSIONES

- Los resultados de la Tabla I son obtenidos utilizando el Código de Montecarlo MCNP4B, como un instrumento de utilidad para tener idea la tasa de exposición a la que se esta expuesta cuando se le implante al paciente la fuente de Iridio 192. Es necesario la Protección Radiológica que se debe tomar en cuenta en esta práctica cuando se realice la técnica de Braquiterapia Intersticial con el Ir-192.
- Según el certificado de la fuente de Ir-192 la Tasa de Exposición por mm de alambre a un metro de distancia es 142.90 uR/hr y según el MCNP4B es 129 uR/hr. La variación es de aproximadamente de 10.8%.
- Según el cálculo teórico la Tasa de Exposición por mm de alambre a un metro de distancia es 141 uR/hr. La variación con respecto a la simulación es de 9.3%.

AGRADECIMIENTOS

Decidí realizar este trabajo fruto de la breve experiencia que tuve de colaborar con un doctor y un físico cubano en el Instituto Especializado de Ciencias Neurológicas. Por ello quiero agradecer a ellos y al director del IECN por su apoyo.

REFERENCIAS

1. J. Briesmeister, "MCNP4B Montecarlo N Particle Transport Code System", LANL, (1997).
2. MSA Micromar Stereotactic Assistant.
3. Dosimetry of Interstitial Brachytherapy sources: Recommendations of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 43.