

Trabajo de Investigación

Medwave. Año XI, No. 2, Febrero 2011. Open Access, Creative Commons.

Radioterapia: estudio del efecto dosimétrico de la composición de aleaciones de Pb, mediante PENELOPE

Autores: Ernesto Custidiano⁽¹⁾, Mercedes Valenzuela⁽¹⁾, Jose McDonnell⁽²⁾

Filiación:

⁽¹⁾FACENA-UNNE, Corrientes, Argentina

⁽²⁾Cumbres de Grupo Gamma, Red Integrada de Salud, Rosario, Argentina

Correspondencia: cernesto@exa.unne.edu.ar

doi: 10.5867/medwave.2011.02.4885

Comentario del Editor

Investigación tecnológica que compara las propiedades de materiales de uso en radioterapia. Si bien son poco frecuentes de encontrar en las revistas biomédicas, este tipo de estudios puede entregar información con aplicabilidad clínica, y además es bueno conocerlos por cultura científica.

Ficha del Artículo

Citación: Custidiano E, Valenzuela M, McDonnell J. Radioterapia: estudio del efecto dosimétrico de la composición de aleaciones de Pb, mediante PENELOPE. *Medwave* 2011 Feb;11(2). doi: 10.5867/medwave.2011.02.4885

Fecha de envío: 6/12/2010

Fecha de aceptación: 13/12/2010

Fecha de publicación: 1/1/2011

Origen: no solicitado, ingresado por FTS

Tipo de revisión: con revisión externa por un revisor, sin ciego para el revisor

Resumen

La radioterapia es un tratamiento ampliamente utilizado para combatir el Cáncer. Actualmente se aplica la técnica de Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT) en la cual un aspecto importante es la modulación del haz de radiación; para generar una distribución de dosis no uniforme en el tumor. Una manera de lograr la citada distribución no uniforme de dosis es la utilización de compensadores sólidos. En el mercado existen una serie de materiales que se utilizan para la fabricación de compensadores, siendo las aleaciones de Pb comerciales más utilizadas Cerromatrix, Rose, Wood, Newton, Darcet, cuyas composiciones varían respecto de la composición del metal de lipowitz; el cual se usa como referencia en este trabajo. En este trabajo se cuantifican los efectos dosimétricos de la composición de las aleaciones de Pb comerciales rutinariamente utilizadas en tratamientos de radioterapia. La cuantificación propuesta es importante debido a su incidencia en la incerteza total del tratamiento admitida en los cálculos dosimétricos. Se utilizó el código PENELOPE, código que permite la simulación del transporte de partículas en medios arbitrarios mediante el Método de Monte Carlo, para investigar el efecto dosimétrico de la composición de las aleaciones comerciales existentes en el mercado. Los resultados muestran que existe una diferencia dosimétrica, respecto del material de lipowitz, que van desde 7 % a 9 %, de los materiales investigados. Estos valores indican la importancia de conocer con exactitud las características dosimétricas del material utilizado como compensador; por su implicancia en el cálculo de dosis.

Abstract

Radiotherapy is a widely used treatment for cancer. Currently applying the technique of Intensity Modulated Radiation Therapy, in which an important aspect is the modulation of the radiation beam to generate a non-uniform dose distribution in the tumor. One way to achieve the above non-uniform dose distribution is using solid compensators. In the market there are a number of materials used to manufacture compensators. Pb alloys on the market are: Cerromatrix, Rose, Wood, Newton, Darcet, whose compositions vary with respect to the composition of the lipowitz metal. This paper quantifies the dosimetric effects of the composition of commercial alloys, routinely used in radiotherapy. This quantification is important because of its impact on the total uncertainty of treatment accepted in the dosimetric calculations. To investigate the dosimetric effect of the composition of commercial alloys in the market we used the PENELOPE code, code that allows the simulation of radiation transport in different media by Monte Carlo method. The results show that there is a difference dosimetric respect

lipowitz material, ranging from 7 % to 9 % for the materials investigated. These values indicate the importance of knowing exactly the dosimetric characteristics of the material used as compensator for their implications in the dose calculation.

Palabras clave: radioterapia, compensadores, IMRT, Monte Carlo, dosis

Introducción

Los compensadores se utilizan en Radioterapia para producir distribuciones dosis no uniformes en el tumor; con el objeto de suministrar una dosis alta al tumor y al mismo tiempo reducir al mínimo la exposición a la radiación de los tejidos sanos circundantes.

Para la fabricación de los compensadores, se utilizan varios tipos de materiales, siendo los más comúnmente usados, las aleaciones de Pb, conocidas comercialmente como Lipowitz, Cerromatrix, Rose, Wood, Newton, Darcet, etc. Estas aleaciones varían en su composición respecto al del lipowitz; el cual se utiliza como referencia en este trabajo. (1-4).

El objetivo de este estudio es poder cuantificar dosimétricamente el efecto de la composición de las aleaciones de Pb, de distintas marcas usualmente utilizadas en radioterapia. Teniendo en cuenta que estas aleaciones varían en su composición.

Métodos

Se utilizó el código PENELOPE, (cálculo Monte Carlo) para investigar el efecto dosimétrico que implica el uso de las diferentes aleaciones de Pb existentes en el mercado. Este código permite la simulación del transporte de radiación en distintos medios y en un amplio rango de energía, mediante el Método de Monte Carlo. (5).

En la Fig.1 se muestra el arreglo experimental simulado, el cual consiste de una fuente puntual de fotones de 6 MeV, ubicada a 100 cm del fantoma de agua. Los Compensadores sólidos se ubicaron de manera tal que su superficie superior se encuentra a una distancia de 65 cm de la fuente, cubriendo todo el campo de radiación; el espesor de los compensadores fue de 5 cm. El tamaño de campo utilizado fue de 10x10 cm². El fantoma de agua es infinito lateralmente y tiene 40 cm de espesor. Se simuló valores de dosis a 10 cm de profundidad.

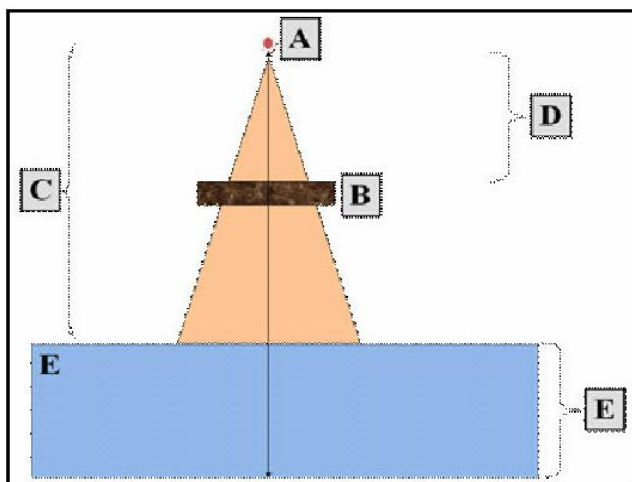


Figura 1: Geometría utilizada en la simulación.

A: Fuente puntual de fotones de 6 MeV ; B: Compensador de 5 cm de altura; C: distancia fuente- superficie de 100cm;D: distancia fuente-compensador 65cm;E: fantoma de agua de 40 cm de profundidad.

El tamaño de voxel utilizado en las simulaciones fue de 0,5 cm x 0.5cm x 0.3cm en x, y, z, respectivamente y un total de 108 historias; los parámetros utilizados fueron: la

absorción de energía de electrones $E_{abs1} = 1.0e4$ eV; la absorción de energía de fotones $E_{abs2} = 1.0e4$ eV; positrones absorción de energía $E_{abs3} = 10e4$ eV; parámetros de dispersión elástica C1 y C2 = 0.07, y valores de corte de energía $W_{cc} = 105$ eV y $W_{cr} = 104$ eV.

Materiales:

Existen en el mercado una serie de aleaciones comerciales de Pb que se utilizan rutinariamente en tratamientos de

radioterapia; los mismos presentan las siguientes características:

- Temperatura de fusión menos o igual a 100 °C.
- Efecto de volumen despreciable al enfriarse la pieza. Este efecto es dependiente de la concentración de Bismuto: con 48 % la aleación se contrae al enfriarse, entre 48 y 55% sufren poca variación y con más del 55% se dilata.

Teniendo en cuenta las características antes mencionadas, se simularon diferentes tipos de aleaciones (Tabla 1). Tomando como aleación de referencia el material Lipowitz (6).

Las densidades de las aleaciones Rose, Wood, Newton y Darcet se calcularon teniendo en cuenta las densidades atómicas de cada uno de los elementos constituyentes y el porcentaje en peso de cada elemento en la aleación (1-4).

Aleación de Plomo	Densidad (g/ cm ³)	Temperatura de Fusión (-C)	Bi (%p/p)	Pb (%p/p)	Sn (%p/p)	Cd (%p/p)
LIPOWITZ	9.64	65	50	26.7	13.3	10
ROSE	9.45	100	50	28	22	0
WOOD	9.51	71	50	24	14	12
NEWTON	9.60	97	50	31.2	18.8	0

Tabla 1: Características de las aleaciones de plomo utilizadas.

Resultados

A los efectos de validar los resultados obtenidos se simuló la atenuación de un haz de fotones monoenergético desde 0.25 a 6 MeV, en un compensador de material Lipowitz's de 5 cm de espesor. Se ubicó el compensador de manera

tal que su superficie superior se encuentra 65 cm de la fuente, cubriendo todo el campo de radiación. Calculándose el coeficiente de atenuación lineal para cada energía simulada. Los datos obtenidos de las simulaciones fueron comparados con los datos teóricos (6). Figura 2.

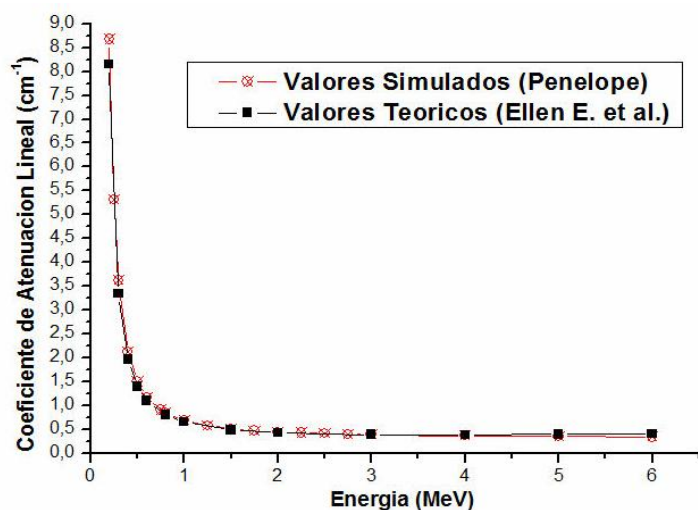


Figura 2: Coeficiente de Atenuación Lineal del Lipowitz's. Comparación de valores simulados y valores teóricos.

Para investigar el efecto dosimétrico de las diferencias en la composición de las distintas aleaciones de Pb, utilizadas como compensadores en radioterapia existentes en el mercado. Se calcularon curvas de isodosis a 10 cm de

profundidad, para cada una de las aleaciones y se compararon con las correspondientes a la de la aleación de Lipowitz.

Los resultados obtenidos muestran que existe una diferencia dosimétrica, respecto del material de Lipowitz,

que van desde 7 % a 9 %, de los materiales investigados. Figuras 3-6.

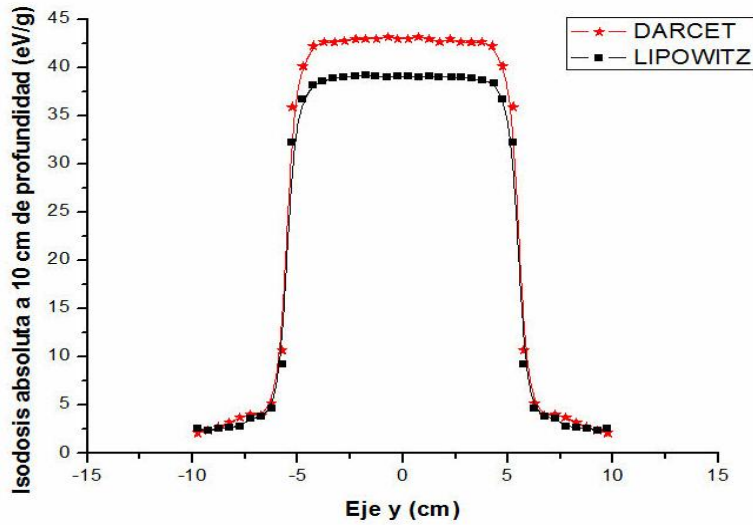


Figura 3: Curva de isodosis absoluta a 10 cm de profundidad. Comparación entre Darcet y Lipowitz. Diferencia 9%.

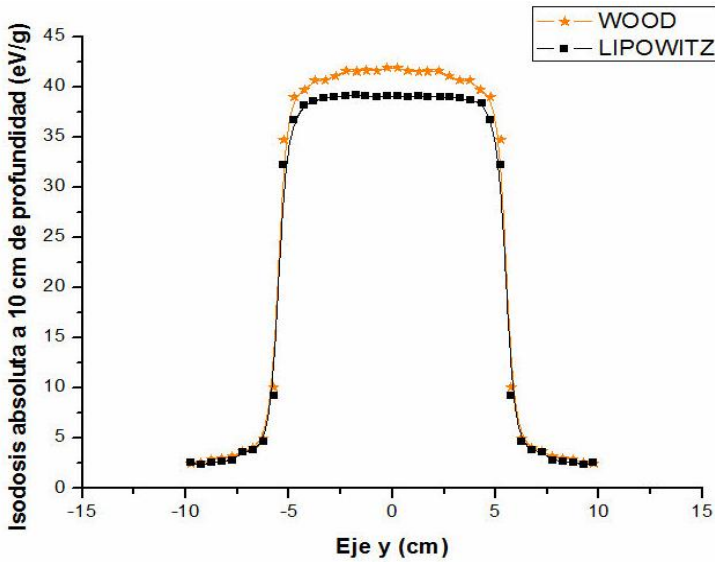


Figura 4: Curva de isodosis absoluta a 10 cm de profundidad. Comparación entre Wood y Lipowitz. Diferencia 7%.

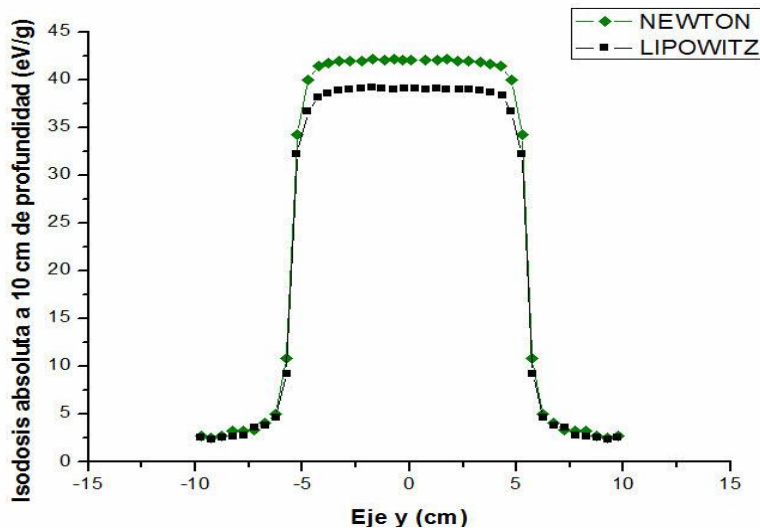


Figura 5: Curva de isodosis absoluta a 10 cm de profundidad. Comparación entre Newton y Lipowitz.

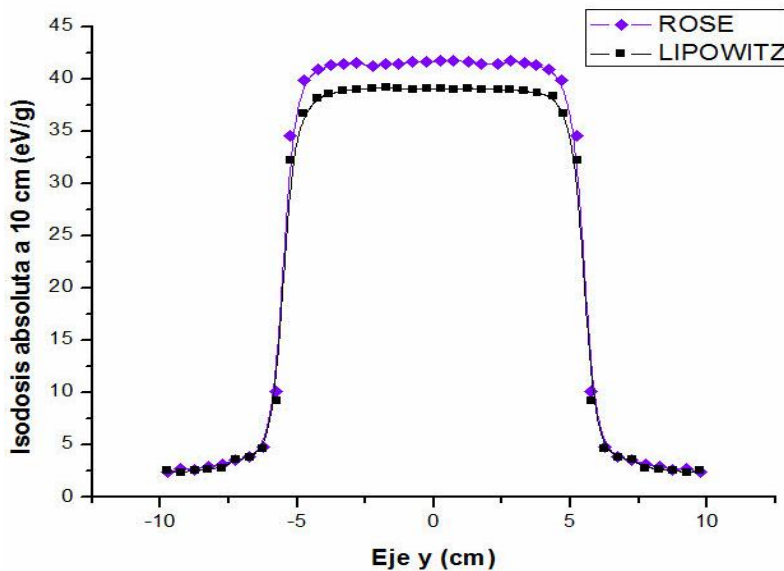


Figura 6: Curva de isodosis absoluta a 10 cm de profundidad. Comparación entre Rose y Lipowitz. Diferencia 7%.

Conclusión

Los resultados obtenidos en este trabajo señalan la importancia de conocer con exactitud las características dosimétricas del material utilizado como compensador; en los tratamientos de radioterapia. En este trabajo se investigó el efecto de la composición de las aleaciones de Pb; en el cálculo de la dosis y los mismos muestran que, cuando se utiliza la composición correspondiente al metal

de Lipowitz, en aleaciones de diferente composición, respecto de este, es posible la introducción de un error del orden del 7 % al 9 % en el cálculo de la dosis

Referencias

1. Morral FR, Johnson CG, Gil EJ, Jimeno E, Molera P. Metalurgia General. Tomo 2. Cap. 34. Reverte, 1985. ISBN 8429160736, 9788429160734. Pag. 1338 ↑
2. Brown TL et al. Química. Pearson Educación, 2004. Cap. 23. ISBN 9702604680, 9789702604686. Pag. 934. Tabla 23.4 ↑
3. Puig I. Gran Formulario Industrial. Sopena, 3ª edición, 1949. Pag. 109 ↑
4. Salvat F, Fernández Varea JM, Sempau J. Penelope - 2006: A Code System for Monte Carlo Simulation of Electron and Photon Transport, Workshop Proceedings Barcelona, Spain, 4-7 July 2006. ↑
5. Ellen E et al. Broad beam and beam attenuation in Lipowitz's metal. Med. Phys. 1987: 14(1)135-139. ↑



Esta obra de Medwave está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 3.0 Unported. Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso, Medwave.