



MX0000347

Características Dosimétricas de un Dosímetro TLD de Extremidades

Daniel Molina Pérez, Efrén Díaz Bernal, Lien Vera Rojas
Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR),
Apdo. Postal 6195, Habana 6, CP 10600,
Ciudad Habana, CUBA

Resumen

Se diseñó un dosímetro TLD para el monitoreo de las extremidades. Este consiste en un anillo metálico con un orificio circular donde se coloca un detector TL de LiF:Mg,Ti (modelo JR1152C) de $5 \times 5 \times 0.8 \text{ mm}^3$, cubierto por una capa fina de polietileno. En el trabajo se estudian las propiedades dosimétricas del dosímetro para su aplicación en la dosimetría de extremidades para radiación fotónica. Los resultados obtenidos permiten concluir que el dosímetro diseñado puede ser empleado para el monitoreo de las extremidades.

Introducción

Existen diversas aplicaciones de las radiaciones ionizantes que implican exposiciones localizadas relativamente intensas en las manos. Entre ellas están la medicina nuclear y la radioterapia⁽¹⁾. Se hace necesario contar con dosímetros especiales que permitan medir las dosis que ocasionan dichas actividades. Para este fin está muy difundido el empleo de dosímetros de anillos con detectores termoluminiscentes (TL)⁽²⁾. El CPHR implementó a finales de 1995 el servicio de monitoreo de las extremidades con este tipo de dosímetros. En el trabajo se estudian las características dosimétricas del dosímetro acorde a los criterios establecidos por la ISO⁽³⁾.

Descripción del sistema dosimétrico

El dosímetro consiste en un anillo metálico con un orificio circular donde se coloca un detector de LiF:Mg,Ti (modelo JR1152C) de $5 \times 5 \times 0.9 \text{ mm}^3$ cubierto por una capa fina de polietileno. La capa de polietileno es una manguera que se ajusta al dosímetro cuando este es calentado ligeramente durante unos minutos. La identificación se logra a través de un número de cuatro dígitos que posee el anillo.

Previo a su utilización los detectores TL son sometidos al siguiente tratamiento térmico (annealing externo): calentamiento a $400 \text{ }^\circ\text{C}$ durante una hora seguido de un enfriamiento

rápido hasta la temperatura ambiente. El enfriamiento se logra depositando los detectores TL en una bandeja fina de aluminio.

Para las lecturas se empleó un lector TLD HARSHAW 2000 C/B, con el siguiente ciclo: precalentamiento rápido hasta 100 °C (3 s), calentamiento lineal (3.5 °C s⁻¹) hasta 240 °C (40 s) y calentamiento estabilizado a 240 °C (17 s).

Las irradiaciones se realizaron empleando las instalaciones del Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica del CPHR (LSCD) o un Irradiador Automático (MINTEN 623) trazable al LSCD en términos de la kerma en aire. Este irradiador posee dos fuentes de ⁹⁰Sr/⁹⁰Y situadas en oposición, entre las cuales circula un plato giratorio en cuyas depresiones se colocan los detectores TL.

Los dosímetros están calibrados para medir la dosis equivalente en el tejido a una profundidad de 7 mg cm⁻² [Hp(0.07)] empleando el simulador de varilla "ISO PMMA rod"⁽⁴⁾ y la fuente de ¹³⁷Cs del LSCD.

Estudio de las propiedades dosimétricas y sus resultados

De forma general las pruebas se realizaron según se describen en la norma ISO(4).

Homogeneidad del lote: Se irradiaron 100 detectores, seleccionados aleatoriamente de uno de los lotes, en el Irradiador Automático a una kerma en aire de 4.2 mGy. Los resultados mostraron una excelente homogeneidad, puesto que la desviación estándar relativa de las lecturas fue de 4.0% y todos los detectores presentaron una respuesta dentro del ±10% de la media del grupo.

Reproducibilidad: Con un grupo de 10 detectores se repitió el ciclo tratamiento térmico, irradiación y lectura 10 veces consecutivas. Se empleó el Irradiador Automático y una dosis de 2 mGy. Se calculó el coeficiente de variación como la desviación estándar de las mediciones entre el valor medio. Se obtuvo como resultado un coeficiente de variación entre 3.1% y 4.4%, con un valor promedio de 3.5%, para cada detector individual y entre 3.3% y 4.5%, con un promedio de 3.9%, para cada ciclo por separado. Como se aprecia se mantienen los niveles de uniformidad del lote y de reproducibilidad individual de los detectores en una serie de utilizaciones.

Linealidad: Cuatro grupos de 5 detectores cada uno fueron irradiados con ¹³⁷Cs a una dosis de 0.9, 2, 100 mSv y 1 Sv, respectivamente. La relación entre el valor medio de la dosis evaluada y la dosis recibida por cada grupo de detectores calculada fue de 1.10, 1.02, 0.99 y 0.95.

Umbral de detección: Se trataron térmicamente 15 detectores e inmediatamente fueron leídos. El umbral de detección determinado como el producto de la desviación estándar de las mediciones y el coeficiente t-Student para 14 grados de libertad, expresado en unidades de dosis, resultó ser de 16 ± 0.8 %Sv.

Dependencia angular: Cinco grupos de 3 dosímetros fueron irradiados sobre el simulador de varilla a diferentes ángulos de incidencia del haz de radiación (ángulo comprendido entre la normal al dosímetro y el eje del haz de radiación) y una dosis de 5 mSv. Se emplearon fotones de 57 keV (espectro ancho ISO) y ángulos de -60, -30, 0, 30 y 60°. La respuesta

angular obtenida se muestra en la Figura 1. Se observa que la respuesta angular para radiación fotónica es simétrica y que no varía en más del 12% para ángulos de incidencia comprendidos entre 0 y 60°.

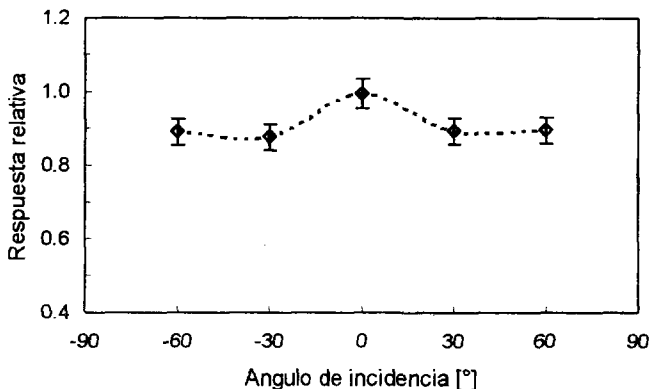


Figura 1. Respuesta angular a fotones de 57 keV. Valores relativos a la incidencia normal.

Dependencia energética: Cuatro grupos de 3 dosímetros fueron irradiados sobre el simulador de varilla a una dosis de 3 mSv con fotones de energías de 45, 79, 104 (espectro ancho) y 662 (^{137}Cs) keV. En la Figura 2 se muestra la respuesta energética obtenida. Se puede apreciar que la dependencia energética respecto al ^{137}Cs es inferior al 25% para fotones de bajas energías.

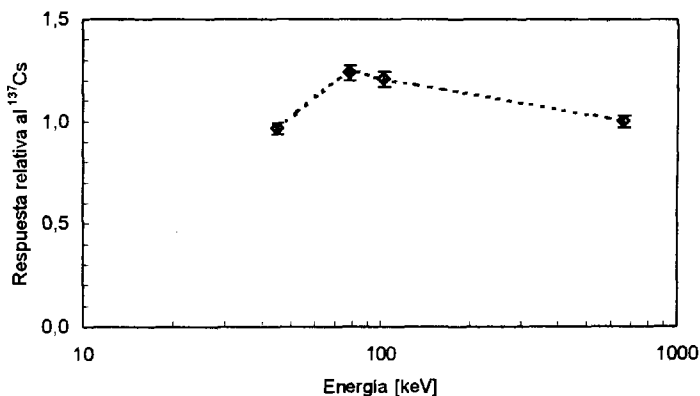


Figura 2. Respuesta energética a fotones. Valores relativos al ^{137}Cs .

Conclusiones

El dosímetro TL de extremidades diseñado cumple con los principales criterios de aceptación establecidos en la norma ISO para su utilización en el control dosimétrico de la exposición a radiación fotónica de las extremidades. La sensibilidad de los detectores es homogénea (dentro del 10%) y reproducible (dentro del 4%). La respuesta es lineal para dosis de hasta 1 Sv. El umbral de detección es lo suficientemente bajo (16 μGy). La respuesta angular para la radiación fotónica es simétrica y no varía en más del 2% para ángulos comprendidos entre 0 y 60°. La respuesta energética relativa al ^{137}Cs es inferior al 25% para radiación fotónica con energías superiores a 45 keV.

Referencias

- Brand, H. N. and Regulla, D. *A New Individual Extremity TL Dosimetry System. Radiat. Prot. Dosim.* 47 (1/4), pp. 465-467 (1993).
- Oberhofer, M. and Scharmann, A. (Eds.). *Applied Thermoluminescence Dosimetry. Adam Hilger Ltd, Bristol* (1979).
- International Organization for Standardization. *Individual thermoluminescence dosimeters. Part 1: Thermoluminescence dosimeters for extremities and eyes. ISO/TC85/SC2/WG7 (Draft)* (1997).
- International Organization for Standardization. *Reference Radiations for Calibrating Dosimeters and Dose Rate Meters and for Determining Their Response as a Function of Photon Energy. ISO 4037* (1979).