Monitoreo de rayos x en una sala intervencionista utilizando dosímetros de CaSO4:Dy

L. Hernández-Ruiz[1], T. Rivera-Montalvo[1]

[1] *Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.*

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados experimentales del monitoreo de la radiación ionizante en una sala de rayos X del departamento de radiología intervencionista. El monitoreo se realizó en diferentes puntos de la sala y a diferentes distancias del tubo de rayos X. Este trabajo de investigación se llevó a cabo con la idea de obtener la dosis absorbida al personal ocupacionalmente expuesto (POE), al personal de apoyo y a los espacios de toda la sala, durante un día de jornada laboral en procedimiento de intervención. Los valores obtenidos muestran que los valores son ligeramente superiores a los valores de referencia a la cual puede estar expuesta una persona en una sala de radiología intervencionista durante un día de trabajo.

Introducción

La radiología intervencionista es un área de la medicina en la cual se llevan a cabo procedimientos mínimamente invasivos guiados por imágenes. Para ello se utiliza un equipo de rayos X llamado fluoroscopio. Durante estos procedimientos los largos tiempos de exposición y el elevado número de imágenes radiográficas que se adquieren implican dosis de radiación más altas a los pacientes y al personal que la radiología convencional[1]. Por ello es importante utilizar la dosimetría clínica para llevar un control de los niveles de radiación a los que se expone el paciente, el POE y al público en general.[2]

Uno de los materiales termoluminiscentes más sensibles usados en dosimetría de rayos-X es el $CaSO_4$:Dy el cual presenta óptimas características dosimétricas[3].

El objetivo de este trabajo fue medir la radiación dispersa y directa de un equipo de rayos X para uso en radiología intervencionista.

Procedimiento Experimental

Se fabricaron 300 dosímetros en forma de pastilla con un diámetro de 4mm y espesor de 1mm. Se mezclaron 4g de teflón y 2g de CaSO4 en medio frío utilizando nitrógeno líquido por varios minutos hasta formar una mezcla homogénea. Luego, usando una cantidad de 25mg de la mezcla, se colocó dicha mezcla en un dado y se aplicó presión. Posteriormente se aplicó un proceso de sinterizado a las pastillas obtenidas, se colocaron dentro de una mufla marca Thermolyne aplicando una temperatura desde 40ºC hasta 400º. La homogeneización del lote se hizo en base a la masa de los dosímetros utilizando una balanza analítica digital. Una vez que se pesaron se calcularon la media y la desviación estándar con lo cual se escogieron aquellos dosímetros para que el coeficiente variacional se encuentre dentro del 5%. Teniendo un lote representativo de materiales termoluminiscentes de CaSO4:Dy+PTFE, este se irradió utilizando radiación gamma procedente de una fuente de ^{137}Cs que tiene una actividad de 30GBq, con el fin de conocer la respuesta del lote de dosímetros. Para determinar la respuesta en función de la dosis de radiación gamma de ^{137}Cs , los materiales fueron irradiados variando la dosis desde 219 mGy hasta 8770mGy. Para conocer el espectro, así como la respuesta de los dosímetros termoluminiscentes de CaSO4:Dy irrradiados con radiación gamma de ^{137}Cs y de los rayos-X procedentes de un equipo instalado en una sala de radiología intervencionista, se utilizó un equipo lector TL marca Harshaw modelo 3500. Los parámetros de lectura fueron los siguientes: Temperatura de precalentamiento 100ºC, Tiempo de precalentamiento 10s, Temperatura máxima 300ºC, Tiempo adquisición 100seg, Rapidez 2°C/s.

Del lote se seleccionó el 10% de los dosímetros los cuales fueron usados como dosímetros de calibración. Se irradiaron a dosis conocidas. Se calculó el coeficiente de corrección por elemento (ecc) dividiendo el promedio de respuesta de los dosímetros entre la respuesta de cada dosímetro. El factor de calibración del lector (rcf) se calculó dividiendo el promedio de respuesta del los dosímetros seleccionados entre la dosis conocida[5].

Para el monitoreo de los rayos x se colocaron los dosímetros TL alrededor de una sala intervencionista en las paredes, en la puerta de acceso y en la consola de control del equipo tanto por fuera como por dentro de la sala como se muestra en la figura 1. Los dosímetros se colocaron antes de iniciar todos los procedimientos radiológicos programados durante un día de jornada laboral en esa sala y se quitaron al término de la misma. Se colocaron dos dosímetros por cada lugar indicado en la figura 1.

El fluoroscopio utilizado para esta investigación es de la marca Siemens, equipo COROSKOP serie 2657. Los procedimientos realizados fueron cateterismos y angiografías.

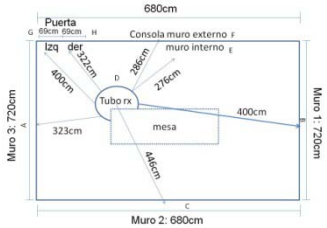


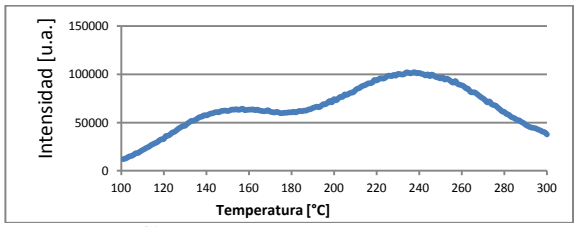
Figura 1. Diagrama de colocación de dosímetros en la sala intervencionista

 ISBN: **978-607-414-180-1**

Resultados y Análisis

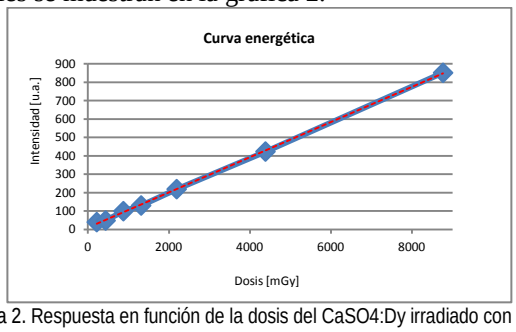
Para las masas de los dosímetros que se escogieron para ser utilizados en este trabajo se tiene una media de 0.2488 g, una desviación estándar de 0.00919 y un coeficiente de variación de 3.696%.

Para la curva de brillo se graficó la intensidad TL en función de la temperatura como se muestra en la gráfica 1, la cual es característica del $CaSO_4$:Dy. Se observa que el primer pico aparece a una temperatura de 154°C y el segundo a 237°C. Tanto la forma de la curva como la posición de los picos concuerdan con los reportados en la literatura[4].



Gráfica 1. Curva de brillo del $CaSO_4$:Dy

La respuesta en función de la dosis se obtuvo graficando la dosis dada a los dosímetros v.s. intensidad, los valores graficados son el promedio de la respuesta de los dosímetros, los cuales se muestran en la gráfica 2.



Gráfica 2. Respuesta en función de la dosis del CaSO4:Dy irradiado con Cs-137

El tiempo efectivo de irradiación fue de 80±7min al cual fueron expuestos los materiales, este es el tiempo que se tardaron los procedimientos. En la tabla 2 se presentan los valores de la dosis equivalente obtenido al evaluar los dosímetros termoluminiscentes durante una jornada laboral, en esta jornada laboral se llevaron a cabo procedimientos radiológicos de cateterismo y angiografías . En esta tabla muestran los lugares de colocación de los dosímetros, la distancia del dosímetro al tubo de rayos-X y la dosis absorbida en mSv. La dosis se calculó con el ajuste de la curva de respuesta en función de dosis. La técnica fue 70kV y 56-62 mA. La dosis ambiental fue de 202.8 mSv.

Tabla 2. Valores del monitoreo de la sala de rayos X durante una jornada laboral

Posición	Distancia [cm]	DOSIS [mSv]
A	323	31.340
B	400	8.374
C	446	29.986
E	276	63.181
F	286	5.054
G	400	10.851
H	322	42.848

Conclusiones

Los datos que se obtuvieron en este trabajo corresponden a un día cotidiano de trabajo en la sala intervencionista, como se observó son ligeramente superiores a los valores que corresponde para una jornada laboral, sin embargo en las áreas colindantes a la sala no se encuentran espacios concurridos por el público o trabajadores ajenos al área de radiología intervencionista.

Estos resultados sugieren seguir realizando mas estudios y además se sugiere realizar estudios por procedimiento radiológico, para tener valores más concretos y reales para cada procedimiento. Además estos resultados sugieren realizar dosimetría personal y de paciente

Agradecimientos

Agradecemos al CONACYT, al Hospital Central Militar y a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) por su apoyo a este trabajo.

Referencias

1. Ruiz Manzano P, Rivas Ballarín MA, Protección radiológica del paciente en cirugía mínimamente invasiva guiada por imagen, Intervencionismo 2007; 7.1: 32-34 (2007).
2. Bushong S, Manual de Radiología para técnicos, 5° ed., pp 349-352.
3. Azorin Nieto J., Gonzalez M. G, Gutierrez C.A., Preparation and dosimetric properties of a highly sensitive CaSO4:Dy thermoluminescent dosimeter, Health Physics vol 46 no. 2 pp 269-274 (1984)
4. Azorin Nieto J., Rivera Montalvo T, Dosimetría Termoluminiscente aplicada en Medicina, 67, (2006)
5. Model 3500 Manual TLD Reader with WinREMS Operator's Manual, Publication No. 3500-W-O-0805-005, 13 agosto 2005