

CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE COBALTOTERAPIA EN CARCINOMA DE SENO USANDO CRISTALES TERMOLUMINISCENTES TLD-100

E. Gaspar¹, W. Rojas¹, F. Torres¹, G. Alvarino¹, G. Murcia²

¹Universidad de Córdoba

²Instituto Nacional de Cancerología

(Recibido 25 de Oct.2005; Aceptado 14 de Feb.2006; Publicado 28 de Abr. 2006)

RESUMEN

Se construyó un maniquí antropomórfico utilizando una estructura ósea natural y para los tejidos blandos material (JJT), cuya respuesta dosimétrica y propiedades físico-químicas son muy similares a las del tejido humano. La dosimetría se realizó con cristales TLD-100, calibrados bajo el protocolo "Procedimiento de Calibración de Detectores de Estado Sólido para Dosimetría in vivo" del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) [1] Para verificar las dosis prescritas, se ubicaron los cristales a diferentes profundidades en una distribución irregular en el seno, con el objeto de compararlas con las calculadas por el sistema de planeación Prowess 3000, además se verificó la dosis absorbida en reja costal y pulmón como órganos críticos en este tipo de tratamientos. Los resultados del presente trabajo, junto con otros obtenidos en trabajos anteriores, buscan crear un protocolo de control de calidad a los tratamientos de Radioterapia que se aplican en los Centros Radioncológicos del País.

Palabras claves: maniquí antropomórfico, dosimetría.

ABSTRACT

An anthropomorphic mannequin was constructed by using a osseous natural structure and for the soft tissue, a (JJT) fabric material, whose dosimetric response and physical-chemistry properties are very similar to those of human tissue. The dosimetry carried out with crystals TLD-100, calibrated under the protocol "Procedure of Calibration of Detectors of Solid State for *In-Vivo* Dosimetry" of the International Organization of Atomic Energy (OIEA). To check the prescribed doses, the crystals were located at different depths in an irregular distribution in the breasts; in order to compare such to those calculated for the Prowess 3000 Planning System. Additionally, we verified the dosage absorbed in the costal grate and lung as they are critical organs in these types of treatments. The results of the present work, together with others obtained in previous works, seek to create a protocol of quality control for radiotherapy treatments applied in the nation's Radioncology Centers.

Keywords: anthropomorphic mannequin, dosimetric response.

1. INTRODUCCIÓN

La Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (ICRU) en su reporte 24 [2] recomienda " la evidencia disponible para ciertos tipos de cáncer apunta a la necesidad de una exactitud de $\pm 5\%$ en la administración de la dosis adsorbida en el volumen blanco, si el objetivo fundamental es la eliminación del tumor primario" en consecuencia sabiendo que el

objetivo principal de la radioterapia es la eliminación total del tumor con el menor daño posible a los tejidos sanos circundantes, es necesario entonces corroborar si las dosis prescritas están en acuerdo con las dosis absorbidas por los pacientes.

Para este propósito es usual en la planeación de los tratamientos usar, complejos programas de cálculo que estiman las dosis absorbidas en diversos órganos y diferentes profundidades, sin embargo, es necesario realizar verificaciones experimentales de los valores calculados, estas tienen como finalidad establecer programas de control de calidad de los sistemas de planeación dosimétrica, los cuales establecen la comparación entre las dosis medidas con los TLD – 100 y las dosis prescritas.

2. CONSTRUCCIÓN DEL MANIQUÍ ANTROPOMÓRFICO.

El material JTT constituido a base de tejido blando de pescado, procesado con agua y glicerina, es flexible y maleable, resistente a temperaturas hasta 60° C sin sufrir deformaciones, no acumula carga al ser irradiado, con respuesta dosimétrica similar a la del tejido del músculo humano. Es apropiado para simular procesos de interacción de la radiación con el tejido humano, y se usa además como tejido sustituto en aplicaciones de radioterapia en el INC. Por las anteriores características fue escogido para reemplazar los tejidos blandos en la construcción del maniquí antropomórfico. La estructura ósea es natural y corresponde a una mujer de 45 años, edad promedio en la que con más frecuencia aparece el cáncer de seno. La asesoría en la parte anatómica estuvo a cargo de médicos radioncólogos del INC.

3. CALIBRACIÓN DE LOS TLD

La calibración de cristales TLD fue realizada en el INC y en el Laboratorio de Física Radiológica de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, siguiendo el Procedure for in Vivo Dosimetry with Solid State Detectors, suministrado por la OIEA en el que se determinó, para cada uno de los cristales seleccionados, el factor de calibración, los factores individuales y los factores de corrección debido a la respuesta no lineal, al ángulo de incidencia del haz, a la distancia fuente superficie, al tamaño del campo de irradiación y factor de corrección por curvatura.

El factor de calibración (Ncal) se determinó mediante la relación [3, 4]:

$$N_{cal} = \frac{D_0}{M} \left(\frac{SSD - d_s}{SSD + d_{max}} \right)^{-2} \quad (1)$$

Donde D_0 es la dosis de referencia, M es la lectura arrojada por el cristal, SSD es la distancia fuente superficie, d_s es la distancia desde la superficie del phantom hasta el centro del volumen sensitivo del dosímetro, d_{max} es el build up para la energía del Co-60.

El factor individual (K_{chips}) da cuenta de la dispersión de cada cristal, respecto a la media del grupo de cristales usados en la medición, siendo seleccionados los que tengan error por debajo del $\pm 3\%$. Se calcula mediante la relación:

$$K_{chips} = \frac{\bar{M}}{M_i} \quad (2)$$

Donde \bar{M} es el promedio de las lecturas del grupo de cristales, M_i es la lectura individual de cada cristal.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla No. 1. Al graficar las dosis dadas a un cristal (50, 100, 200, 300, 400 y 500 cGy) en función de la lectura (uC) arrojada por el cristal se

	M (uC)	N _{cal}	K _{chip}
A1	7.107	14.42	1.06
A3	7.19	14.26	1.04
A6	7.172	14.29	1.05
B2	6.919	14.81	1.09
B6	6.992	14.66	1.07
B9	6.96	14.73	1.08
C3	7.243	14.15	1.04
C7	7.252	14.13	1.04
C10	7.623	13.45	0.98
D3	7.84	13.07	0.96
D6	7.746	13.23	0.97
D9	7.265	14.11	1.03

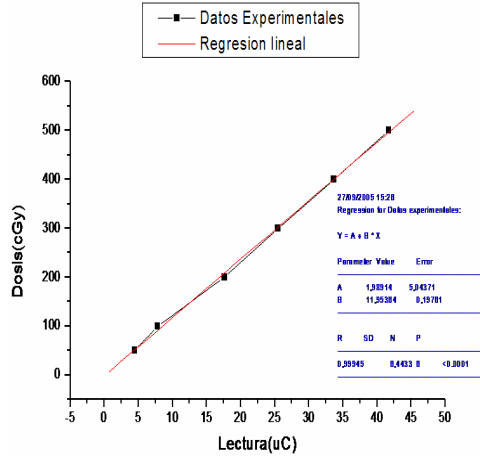
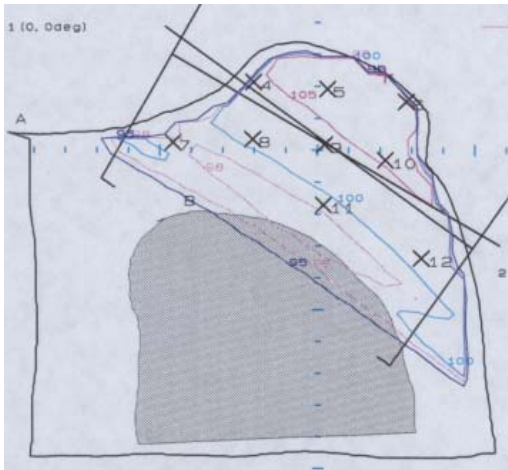


Tabla N°1

Gráfica N°1



Gráfica N°2

Cristal	M(uC)	D(cGy)	D(cGy) sistema	Error
A1	13.55	207.51	208.00	0.0023
A3	14.03	202.54	195.60	-0.0355
A6	13.11	197.15	187.60	-0.0509
B2	13.61	209.24	202.00	-0.0358
B6	13.57	201.35	195.30	-0.0310
B9	13.8	205.48	199.30	-0.0310
C3	13.72	202.30	230.60	0.1227
C7	13.84	203.56	211.60	0.0379
C10	12.58	167.46	203.80	0.1783
D3	13.62	171.40	200.50	0.1450
D6	13.62	171.40	200.50	0.1450
D9	14.27	183.97	215.30	0.1455

Tabla N°2

Obtuvo la grafica N°1, observándose también el ajuste realizado mediante la aplicación de los diferentes factores de corrección. De este proceso se obtiene la ecuación:

$$D = 1.989 + 11.9538 * M \tag{3}$$

Relación que muestra la linealidad del cristal para dosis en el intervalo [0, 1000cGy]

La planeación de los tratamientos se realizó utilizando el Sistema de Planeación Prowess 3000, con una dosis prescrita de 200 cGy, usando técnica isocéntrica y dos campos tangenciales opuestos interno y externo, suministrando una dosis de 100cGy por cada campo.

El cálculo de las dosis con el sistema de planeación se efectuó en diferentes puntos de los planos (2,9), (0,0) y (-3,10), como se observa en la gráfica No.2, donde se representa el plano (2,9), arrojando los resultados que se muestran en la tabla No.2. Los cristales se ubicaron en los mismos puntos de los planos antes mencionados. La medición obtenida de esta forma se presenta en la tabla No.2.

También se calculó la dosis que recibían los órganos críticos reja costal y pulmón, mediante el sistema de planeación y mediante los cristales.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La tabla No.1 permite observar que los cristales tienen su propia sensibilidad a la radiación ya que cada uno de ellos tiene su factor individual (kchips) y su propio factor de calibración (Ncal)

Los factores de corrección permiten realizar los ajustes a la curva de calibración de cada cristal como se observa en la gráfica No.1, obteniendo de esta forma la ecuación de comportamiento lineal de cada cristal (Ecuación 3).

Las dosis medidas con los cristales muestra que los resultados están dentro de los márgenes permisibles para este tipo de gtratamientos, comparadas con las medidas con el sistema de planeación

REFERENCIAS

- [1] Procedimiento de Calibración de Detectores de Estado Sólido para Dosimetría in vivo” del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) 2004
- [2] ICRU Report 24. Determination of Absorbed Dose in a Patient Irradiated by Beams os X or Gamma Rays in Radiotherapy Procedures. 1976. - Frank H. Atixx. Introduction to Radiological Physics and Radation Dosimetry. A Wiley-Interscience Publication. Jonh Wiley & Sons. 1986
- [3] J. R. Cameron, N Suntharalingam, G. N Kenney. Thermoluminescent Dosimetry. The University Of Wisconsin Press. Madison, Milwaukee and London. 1968.
- [4] José Luis Muñoz Gutierrez. Tesis para Optar el Titulo de Doctor En Ciencias Físicas. Métodos Experimentales de Dosimetría Postal para el Control de Calidad en Radioterapia basados en LiF; Mg, Ti (TLD-100) y LiF; Cu, P (GR-200). Aplicación de Métodos Numéricos al Análisis de las Curvas de Termoluminiscencia. Universidad Complutense de Madrid. 1999.