



MX0300314

MEDICIÓN DE LA DOSIS ABSORBIDA EN ÓRGANOS CRÍTICOS DURANTE BRAQUITERAPIA DE BAJA TASA DE DOSIS CON ^{137}Cs USANDO DOSÍMETROS TERMOLUMINISCENTES

A.Torres^{1,2}, P.R. González³, C. Furetta⁴, J. Azorín⁴, U. Andrés², G. Méndez²

¹ Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México. Paseo Tollocan, Esquina con Jesús Carranza, Col. Moderna de la Cruz, 50180 Toluca, Estado de México.

² Centro Estatal de Cancerología de Tabasco, Av. Gregorio Méndez No. 2838, Col. Atasta, 86100 Villahermosa Tab.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Apartado Postal 18-1027, México, D.F.

⁴ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, 09340 México, D.F.

Resumen

La braquiterapia intracavitaria es uno de los métodos más usados para el tratamiento del cáncer cérvico uterino. Este tratamiento consiste en la inserción, dentro de la paciente, de fuentes de ^{137}Cs de baja tasa de dosis. El sistema más utilizado para planear la dosis durante el tratamiento es el de Manchester. Este sistema de planeación se basa en dos fuentes, las cuales se consideran fijas durante el tratamiento. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que, durante el tratamiento las fuentes se pueden desplazar de su posición inicial, lo que cambia la dosis de aquella previamente prescrita. Por esta razón, es necesario hacer mediciones de la dosis absorbida por los órganos circundantes (principalmente vejiga y recto). En este trabajo se presentan resultados de medir la dosis absorbida usando dosímetros termoluminiscentes (DTL) de LiF:Mg,Cu,P+PTFE de fabricación nacional. Las mediciones se llevaron a cabo in-vivo, durante 20 minutos al inicio y al final de los tratamientos. Los resultados mostraron que la dosis absorbida por los órganos críticos varía significativamente debido al movimiento de la paciente durante el tratamiento.

Abstract

Intracavitary Brachytherapy is one of the most used methods for the treatment of the cervical-uterine cancer. This treatment consists in the insertion of low rate dose ^{137}Cs sources into the patient. The most used system for the treatment dose planning is that of Manchester. This planning is based on sources, which are considered fixed during the treatment. However, the experience has shown that, during the treatment, the sources could be displaced from its initial position, changing the dose from that previously prescribed. For this reason, it is necessary to make measurements of the absorbed dose to the surrounding organs (mainly bladder and rectum). This paper presents the results of measuring the absorbed dose using home-made LiF:Mg,Cu,P+PTFE thermoluminescent dosimeters (TLD).

Measurements were carried out in-vivo, during 20 minutes at the beginning and at the end of the treatments. Results showed that the absorbed dose to the critical organs vary significantly due to the movement of the patient during the treatment.

Introducción

La Braquiterapia (tratamiento a contacto) es el tratamiento del cáncer y otras enfermedades por la inserción de fuentes radiactivas. La braquiterapia intersticial se refiere a la inserción de fuentes de radiación dentro del tumor, mientras que baquiterapia intracavitaria, se refiere a la inserción de las fuentes dentro de las cavidades naturales del paciente. Una alta dosis de radiación se deposita localmente al tumor, con una dosis menor de dispersión a los tejidos sanos circundantes, de acuerdo con la ley del inverso al cuadrado.

La braquiterapia utilizando fuentes de ^{137}Cs (baja tasa de dosis, $<1 \text{ Gy h}^{-1}$)⁽¹⁾ se emplea en la mayoría de los casos para en tratamiento del cáncer cervico uterino. Los protocolos para la prescripción de la dosis de cada tratamiento se basan en el conocimiento de las características físicas de las fuentes radiactivas y la geometría de los aplicadores según lo requiera la anatomía del paciente⁽²⁾.

Existen diferentes sistemas de planeación de tratamientos que han sido desarrollados desde principios de los años 20's⁽³⁾. Un factor limitante en los tratamientos de braquiterapia es la dosis de radiación que puede ser tolerada por el recto y la vejiga. En implantes intracavitarios como los utilizados en braquiterapia de baja tasa de dosis, la planeación del tratamiento, por el sistema de Manchester (figura 1), esta basado en fuentes que en principio son consideradas estáticas, es decir, se supone que el arreglo de fuentes no se mueve durante el tratamiento. Sin embargo, la experiencia en la aplicación de estos tratamientos ha mostrado que las fuentes se desplazan respecto a su posición inicial cambiando por la tanto la dosis prescrita inicialmente⁽⁴⁾. Las dosis prescritas para un tratamiento en braquiterapia varían entre 25 y 40 Gy, lo que origina tiempos largos de irradiación, del orden de 30 a 55 horas. Estas variaciones pueden ser tan importantes que deriven en la necesidad de re-calcular las dosis establecidas inicialmente.

En este trabajo se presentan los resultados de las mediciones de la dosis en vejiga y recto, realizadas con dosímetros TL de LiF:Mg,Cu,P+PTFE ⁽⁵⁾, de fabricación nacional, en tratamientos de braquiterapia.

Metodología

Los tratamientos de braquiterapia de baja tasa de dosis, para el tratamiento del cáncer cervico uterino, se llevaron a cabo en el Centro Estatal de Cancerología de Tabasco. Donde se contó con el apoyo del médico radioterapeuta y de una enfermera.

Los dosímetros TL de LiF:Mg,Cu,P+PTFE utilizados fueron en forma de discos, de 5 mm de diámetro, 0.6 mm de espesor y una masa promedio de 20 ± 2 mg. Antes de ser expuestos los dosímetros a la radiación, se les dio el tratamiento estándar de borrado, el cual consiste en calentar a $240\pm 2^\circ\text{C}$ por 10 minutos, seguido de $100\pm 2^\circ\text{C}$ por dos horas^(5,6), este tratamiento debe darse a estos dosímetros para su reutilización.

La curva de calibración de los dosímetros, se llevó a cabo en un intervalo de dosis de radiación gamma de ^{137}Cs y ^{60}Co entre 0.0435 mGy y 8.7 Gy.

Se realizaron 12 tratamientos de braquiterapia de cáncer cervico uterino, a mujeres cuya edad estuvo comprendida entre los 45 y 70 años. Las fuentes de ^{137}Cs se introdujeron con los aplicadores de Fletcher-Suit (figura 2), colocando en la sonda intrauterina (SIU), dos o tres fuentes con actividades entre 1388 y 1850 MBq cada una. Además en cada colpostato se colocó una fuente de 2313 MBq. Con estos arreglos de fuentes de ^{137}Cs , se manejaron tasas de dosis, en los puntos A de Manchester (ver figura 1) entre 0.555 y 1.11 Gy/h. Las dosis prescritas inicialmente estuvieron comprendidas entre 25 y 40 Gy, los tratamientos se realizaron por periodos entre 23 y 45 horas.

Para realizar las mediciones “in vivo”, en la vejiga, se colocaron por duplicado los dosímetros TL en una sonda de Foley (figura 3a), mientras que para medir la dosis en recto, se colocaron por duplicado los dosímetros TL en una sonda de Nelaton (figura 3b). Para verificar la posición de las fuentes y de los dosímetros se tomó por lo menos una placa radiográfica como la que se muestra en la figura 4.

Debido a la duración del tratamiento, se planeó hacer las mediciones por periodos de una hora, de preferencia al inicio, en el intermedio y al final del tratamiento. Sin embargo, se pudo apreciar que la permanencia de los arreglos de dosímetros, por este tiempo, resultaba molesto para la paciente, por lo que se decidió realizar las mediciones por periodos de 20 minutos. Cabe señalar que para todas las pacientes, los arreglos de dosímetros fueron colocados de la misma forma.

Resultados

La curva de calibración para interpolar la lectura de los dosímetros usados en la medición “in vivo” de la dosis en vejiga y recto, se elaboró en el programa Turbo Pascal Ver. 5.5, donde al hacer una corrida de la subrutina, aparece el menú de dialogo, el cual pide el numero de dosímetros y el numero de lecturas de cada uno. Una vez que ha sido alimentado el programa, se despliegan en la pantalla los resultados, lectura TL promedio, su dosis y su desviación estándar correspondiente. En la figura 5, se presenta gráficamente la curva de calibración obtenida para uno de los lotes de dosímetros utilizados.

En la tabla 1, se resumen las condiciones en las que se llevaron a cabo los diferentes tratamientos de braquiterapia, donde se indica la tasa de dosis en los

puntos A de Manchester, las dosis prescritas inicialmente y los tiempos de irradiación. En la tabla 2, se presenta la dosis medida con DTL en recto y vejiga durante los periodos de medición, la tasa de dosis correspondiente y su equivalencia porcentual respecto a la tasa de dosis prescrita tomando como referencia los puntos A de Manchester.

Los resultados mostraron que cuando la paciente es capaz de soportar las incomodidades causadas por los arreglos de las fuentes y de los dosímetros, la dosis que recibe en vejiga es la esperada de acuerdo con la prescripción inicial, llegando por lo tanto una dosis más baja en el recto. Estos resultados se muestran gráficamente en la figura 6.

Si el movimiento de la paciente es extremo, entonces la dosis que recibe la vejiga es muy baja, pero la dosis que llega al recto es muy alta, como se muestra en la figura 7. Los niveles de dosis, en este caso, son suficientes para causar daños severos en este órgano, capaces de causar perforaciones, como se ha reportado en la literatura.

Conclusiones

Con los resultados obtenidos, se comprobó que la dosis en vejiga, al inicio del tratamiento de braquiterapia es mayor que en recto, señal evidente de que la dosis prescrita inicialmente está siendo dirigida en forma correcta al problema de cáncer a tratar. Sin embargo, a medida que transcurre el tiempo del tratamiento, la posición de las fuentes de ^{137}Cs sufre desplazamientos considerables, causados por el movimiento de la paciente. Dichos movimientos dan como resultado que al final del tratamiento, sea el recto el órgano que recibe la dosis más alta, con posibles daños irreversibles. Por lo que se recomienda que por lo menos se revisen dos veces los arreglos de las fuentes.

Los dosímetros TL de LiF:Mg,Cu,P+PTFE resultaron eficientes para medir la dosis "in vivo" en tratamiento de cáncer cervico uterino.

References

1. Alis. Meigooni. Ph. D; Ravinder Nath, Ph. D; Cheng B.Saw. Ph.D. "Principles and Practice of Brachytherapy". Ed. Futura Publishing Co. New York 1977.
2. International Commission on Radiation Units and Measurement "Dose and Volume Specification for Reporting for Interstitial", report 58. 1997.
3. AAPM Report No. 59 "Code of Practice for Brachytherapy Physics", 2000.

4. B. Arjomandy, M Rajotte, "Dosimetric Verification of Gynecological Implants". Poster Session: TH-FXH-30 Poster Session: II Radiation Therapy Physics-Brachytherapy. Trak: 02 Radiation Therapy Physics. 2000.
5. P.R. González, J. Azorín. Thermoluminescent Responce of LiF:Mg,Cu,P+PTFE Prepared in Mexico to $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ Beta Particles. Radiat. Phys. And Chem. **61** 425-427 2001.
6. Azorín J., Gutiérrez A., Niewiadomski T. and González P. Dosimetric Characteristics of LiF:Mg,Cu,P TL Phosphor Prepared at ININ, Mexico. Radiat. Prot. Dosim. **33(1/4)** 283-286 1990.

Pies de figuras

Fig. 1. Sistema de Manchester

Fig. 2. Aplicadores Fletcher-Suit

Fig. 3. Sondas Foley y Nelaton

Fig. 4. Placa radiográfica para verificar posición de fuentes y dosímetros

Fig. 5. Curva de calibración de dosímetros de LiF:Mg,Cu,P+PTFE irradiados con radiación gamma

Fig. 6. Movimiento bajo de la paciente

Fig. 7. Movimiento extremo de la paciente

Encabezado de Tablas

Tabla 1. Condiciones para la realización de braquiterapia

Tabla 2. Tasa de dosis en recto y vejiga durante los periodos de medición y su equivalencia porcentual respecto a la tasa de dosis prescrita tomando como referencia los puntos A de Manchester.

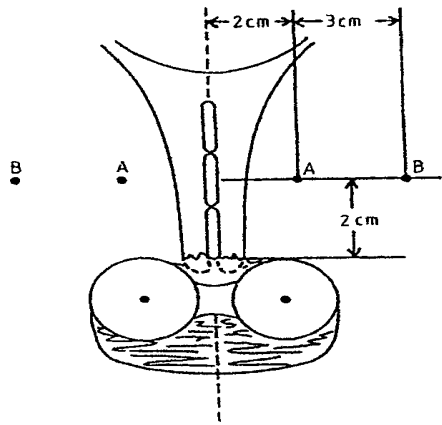


Figura 1



Figura 2



Figura 3

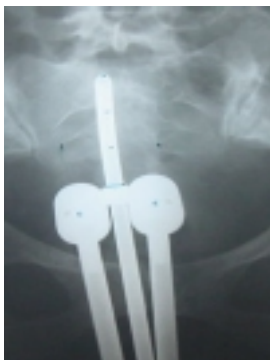


Figura 4

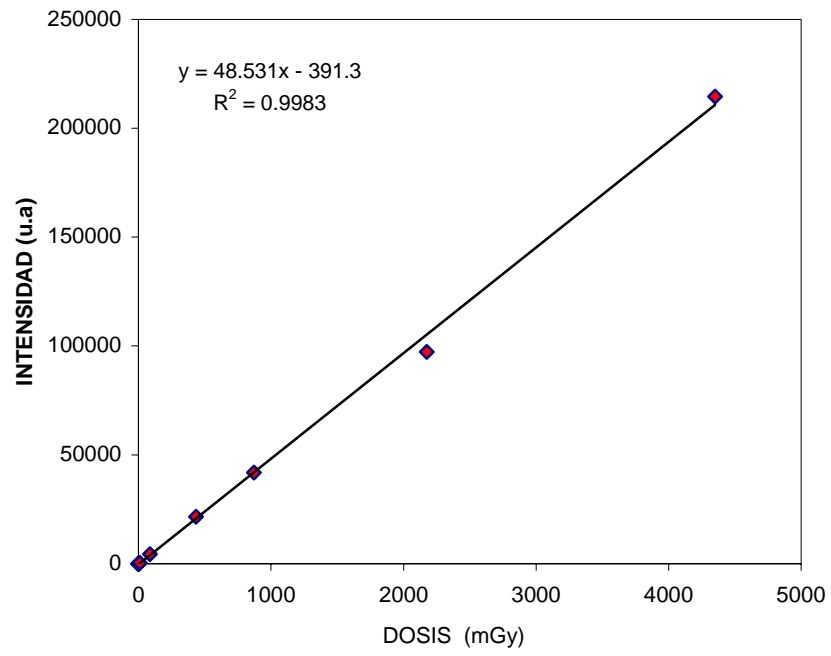


Figura 5

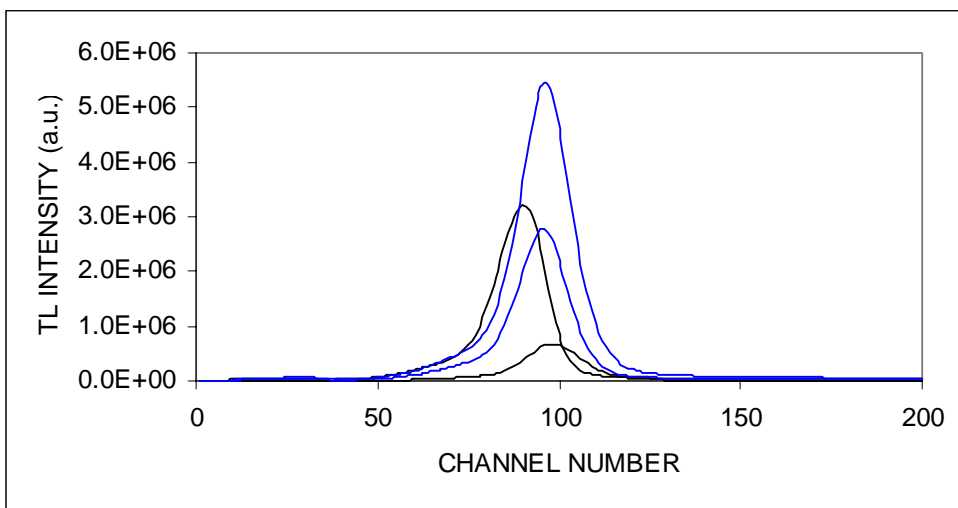


Figura 6

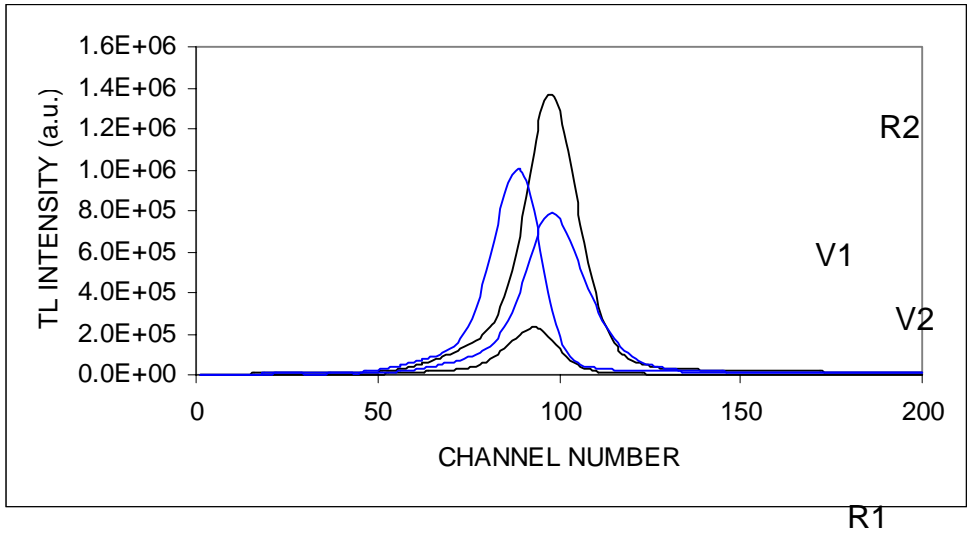


Figura 7