

Trabajos Originales

ANÁLISIS DOSIMÉTRICO EN BRAQUITERAPIA GINECOLÓGICA DE ALTA TASA DE DOSIS

Apolo Salgado F.¹, Claudio Missarelli P.², Cristián Valdés P.^a, Cristián Parra P.^a

¹Oncólogo Radioterapeuta, Unidad de Braquiterapia, Servicio de Radioterapia, Instituto Nacional del Cáncer. ²Residente de Radioterapia, Fundación Arturo López Pérez.

^aTecnólogo Médico, Servicio de Radioterapia, Instituto Nacional del Cáncer.

RESUMEN

Objetivo: Analizar la dosimetría en braquiterapia ginecológica para el dispositivo Fletcher-Suit-Delclos con alta tasa de dosis, mediante placas radiográficas ortogonales (anteroposterior y lateral) versus tomografía axial computada (TAC). **Material y Métodos:** Se compararon dosimetrías de 4 implantes, realizadas con placas ortogonales y TAC pélvico en la Unidad de Braquiterapia del Instituto Nacional del Cáncer durante el mes de febrero del año 2006. Se prescribieron dosis de 8 Gy/fracción a punto H y se evaluó dosis a vejiga, recto y vagina según norma internacional. **Resultados:** Las dosimetrías por TAC mostraron puntos calientes superiores a las placas ortogonales, para recto un 133% y para vejiga un 260% más aproximadamente. El porcentaje de volumen blanco incluido es subestimado con la dosimetría efectuada por placas ortogonales. **Conclusiones:** La dosimetría por placas ortogonales muestra menor exactitud que el TAC. Los volúmenes blanco no son satisfactoriamente cubiertos por la curva de isodosis prescrita. La dosis acumulada, probablemente, sea más relevante que la dosis fracción.

PALABRAS CLAVES: *Braquiterapia, alta tasa de dosis, cáncer cervicouterino, dosimetría*

SUMMARY

Objective: We analyze the gynecological high dose rate brachytherapy dosimetry using the Fletcher-Suit-Delclos device, comparing orthogonal films (anteroposterior and lateral) versus axial computerized tomography. **Methods:** 4 implants were analyzed with orthogonal films and axial computerized tomography in the Brachytherapy Unit of the National Cancer Institute on February 2006. The dose/fraction was 8 Gy to the H point. The bladder, rectal and vaginal dose point were evaluated according to international specifications. **Results:** Axial computerized tomography reveals hot points higher than orthogonal films dosimetries (133% and 260% for bladder and rectum respectively). The target volumen included was underestimated with the classical orthogonal film dosimetry. **Conclusions:** The orthogonal film dosimetry shows smaller accuracy than axial computerized tomography. The target volumens were not satisfactorily covered by the prescribed isodosis curve. The dose accumulated could, probably, be more prominent than the dose/fraction.

KEY WORDS: *Brachytherapy, high dose rate, cervix carcinoma, dosimetry*

INTRODUCCIÓN

La radioterapia externa asociada a quimioterapia concomitante y braquiterapia ha sido el trata-

miento estándar del cáncer cervicouterino desde el año 1999 (1-7).

Desde principios del siglo XX, el tratamiento de esta patología se realizó con braquiterapia de



Figura 1. Búnker de braquiterapia con dispositivo Fletcher-Suit-Delclos conectado a equipo HDR de carga diferida remota.

baja tasa de dosis o LDR (low dose rate), modalidad que permite entregar radiación a un volumen reducido en varias horas; sin embargo, desde los años 80 ha tomado popularidad la braquiterapia con alta tasa de dosis o HDR (high dose rate) donde se entrega radiación en pocos minutos. Las ventajas de cada una y su comparación han sido analizadas extensamente en la literatura (8-10).

La plasticidad dosimétrica de la HDR hace posible una optimización en directa relación al volumen blanco, otorgando mayor cobertura y evaluando paralelamente la dosis/volumen en órganos pélvicos de riesgo. La braquiterapia HDR integra la dosimetría clásica (LDR) con nuevos conceptos técnicos y volumétricos. Desde 1985 la

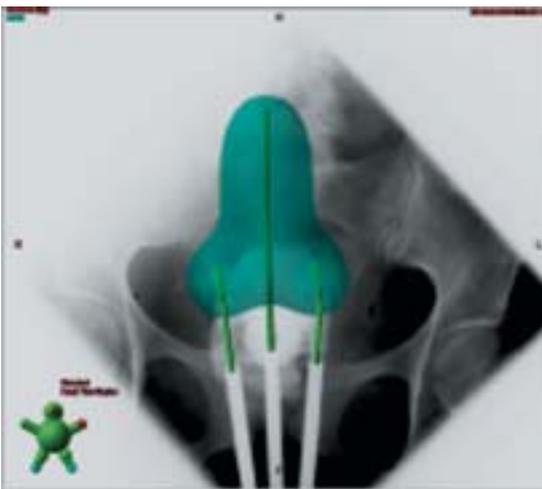


Figura 2. Placa AP con dispositivo *in situ* mostrando curva de isodosis prescrita.

dosimetría con baja tasa se encuentra estandarizada por el International Committee of Radiation Units (ICRU); sin embargo, no existe consenso actual en relación a la utilidad de estas normas en la dosimetría de los tratamientos HDR (11-13).

El Instituto Nacional del Cáncer realiza tratamientos de braquiterapia HDR a sus pacientes con cáncer cervicouterino desde el año 2004. Se realiza una fracción semanal durante la radioterapia externa hasta dosis prescrita o según respuesta.

El objetivo de este trabajo es evaluar el uso de puntos dosimétricos ICRU en pacientes tratadas con braquiterapia HDR mediante TAC y su posterior optimización.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron aleatoriamente las dosimetrías de 4 implantes de braquiterapia HDR realizadas en el servicio (Figura 1) durante el mes de febrero de 2006 pertenecientes a pacientes derivadas por el comité ginecológico de la institución. Todas las pacientes al momento del tratamiento presentaban cáncer cervicouterino etapa IIIB y recibieron radioterapia externa conformada a pelvis (50.4 Gy en 28 fracciones con técnica isocentro) asociado a quimioterapia (cisplatino en dosis semanal) más braquiterapia endocavitaria cuando las condiciones anatómicas lo permitieron. En la serie de implantes se comparó la dosimetría efectuada por placas ortogonales (Figuras 2 y 3) utilizando HDR con la dosimetría efectuada por TAC (Figuras 4-7), evaluando el uso de puntos de dosis (dosis de órganos a riesgo) versus uso de volúmenes en iguales condiciones (definidos por ICRU 38 e ICRU 50).

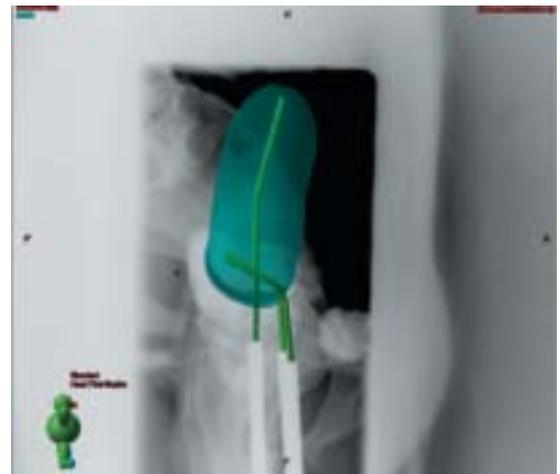


Figura 3. Placa lateral con dispositivo *in situ*.



Figura 4. Reconstrucción digital coronal de TAC con implante *in situ* mostrando curvas de isodosi.



Figura 5. Reconstrucción digital axial de TAC con implante *in situ* mostrando curvas de isodosi (marcado recto y vejiga).

El dispositivo usado en el implante fue el Fletcher-Suit-Delclos (Figura 8), siendo controlado con placas ortogonales para la dosimetría posterior (11).

Las dosimetrías se efectuaron siguiendo el método tradicional. Se marcaron en placas el punto vesical, punto rectal, puntos vaginales; adicionalmente, para optimizar la dosimetría de alta tasa de dosis se marcaron punto H y punto M (Figura 9). Se efectuó el cálculo de dosis y se procedió al tratamiento de las pacientes según guías americanas de HDR (12) y puntos de restricción según ICRU 38 (11).

Previo al tratamiento se realizó un TAC pélvico con dispositivo *in situ* con cortes cada 0,5 cm, se marcó en cada corte el dispositivo, vejiga, recto y volumen blanco cervix/útero. Una vez reconstruidas las distintas estructuras se efectuó idéntica dosimetría para cada paciente según placas ortogonales y sus respectivas restricciones (Figura 7).

Las dosimetrías por placas ortogonales y TAC se realizaron utilizando el programa Brachyvision (Varian, Palo Alto, Ca), obteniéndose puntos de interés ICRU e histogramas de dosis/volumen para

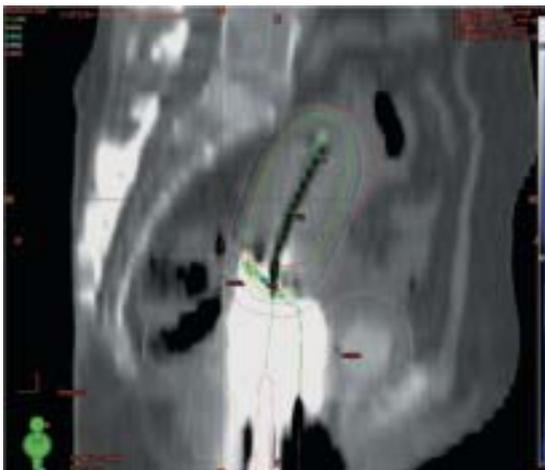


Figura 6. Reconstrucción digital sagital de TAC con implante *in situ* mostrando curvas de isodosi (marcado recto y vejiga).

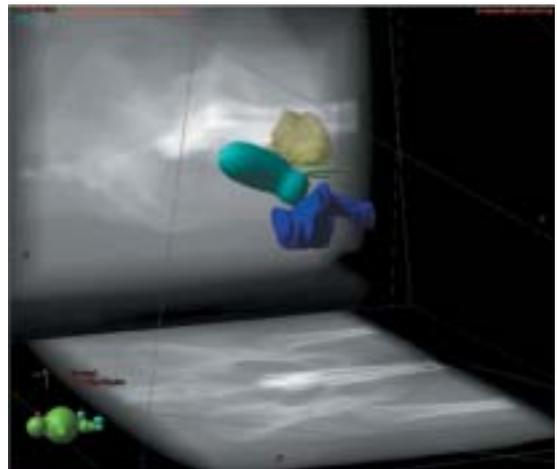


Figura 7. Reconstrucción tridimensional de los órganos en pelvis y su relación con la curva de isodosi del 100% mostrando curva de isodosi prescrita (amarillo: vejiga, azul: recto).

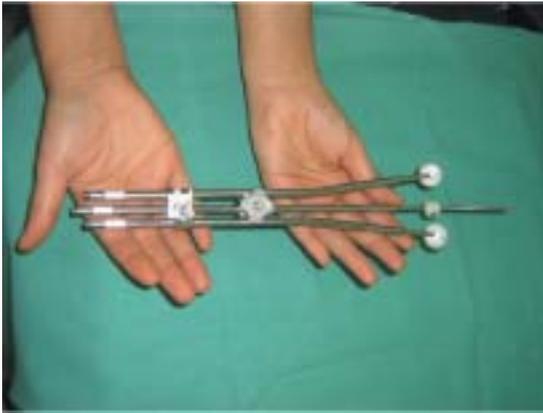


Figura 8. Dispositivo de Fletcher-Suit-Delclos con tandem central de 15° y tope a los 6 cm + colpostatos vaginales de 2 cm.



Figura 9. Dosimetría del dispositivo, se aprecian los puntos y curvas de dosis para HDR.

cada órgano a riesgo (vejiga y recto). El tratamiento se efectuó utilizando el equipo de carga diferida y automática Varisource (Varian, Palo Alto, Ca).

RESULTADOS

La dosis fueron comparadas para cada órgano a riesgo (vejiga y recto), marcado por TAC y por placas ortogonales (Tabla I).

Los valores expresados en unidades Gray mostraron diferencias entre la dosis medida por placas ortogonales y la dosis por TAC (Figura 10). Para la vejiga estas diferencias alcanzaron un 260% y para recto el 133%, puntos calientes según ICRU 50 (14).

Los volúmenes del tejido blanco fueron medidos para cada paciente posterior al implante, considerando el cérvix (medido desde el tope del tandem central) y cuerpo uterino en su totalidad. La dosimetría se optimizó según puntos ICRU y normas de la American Brachytherapy Society en

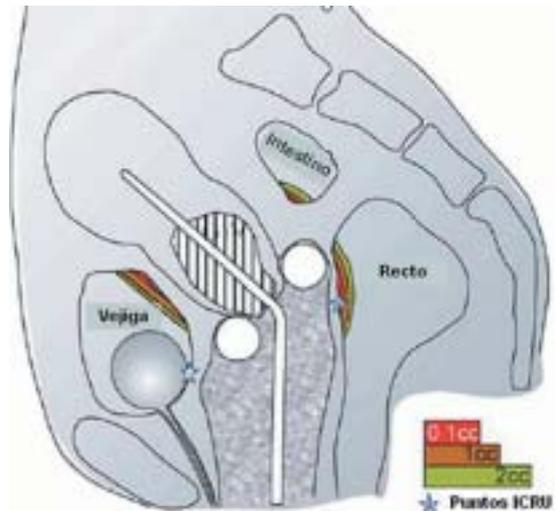


Figura 10. Esquema sagital de dispositivo tipo Fletcher-Suit-Delclos y su relación con los distintos órganos pélvicos. Se puede apreciar la diferencia entre puntos y volúmenes calientes.

Tabla I

PUNTOS CALIENTES PARA CADA ÓRGANO A RIESGO MEDIDO EN CADA PACIENTE POR MEDIO DE PLACAS ORTOGONALES Y TAC

Organo	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4
Vejiga placas	1,7 Gy	2,0 Gy	3,1 Gy	4,4 Gy
Vejiga TAC	4,5 Gy	3,1 Gy	3,2 Gy	5,2 Gy
Recto placas	5,7 Gy	3,1 Gy	5,9 Gy	2,5 Gy
Recto TAC	5,6 Gy	2,5 Gy	5,2 Gy	3,3 Gy

Tabla II
VOLUMEN DE TEJIDO QUE RECIBEN LA DOSIS DESEADA Y LA DOSIS MÍNIMA

	<i>Paciente 1</i>	<i>Paciente 2</i>	<i>Paciente 3</i>	<i>Paciente 4</i>
Vol. blanco TAC	57 cc	216 cc	108 cc	152 cc
Vol. blanco con dosis prescrita	50 cc	114 cc	71 cc	57 cc
Dosis mínima en Vol. blanco	4,5 Gy	2,4 Gy	2,9 Gy	2,9 Gy.

las placas ortogonales, posteriormente se trasladó la dosimetría al TAC de simulación efectuado, comparando volumen blanco versus volumen cubierto por curva de dosis prescrita (8 Gy). Se observó para todos los casos que el volumen de isodosis prescrito no cubre al volumen blanco en su totalidad (Tabla II).

DISCUSIÓN

Las dosimetrías efectuadas por TAC son comparables a las realizadas por placas ortogonales, en relación a la dosis en puntos dosimétricos clásicos (con variación no mayor al 5%). Sin embargo, los puntos calientes fueron subestimados para recto y vejiga (según ICRU 50 volúmenes a considerar mayor de 1,5 cc), debido, principalmente, por la tridimensión de las estructuras (Figura 10), la forma y pared de los órganos y su distancia de la fuente (15,16). Si bien el número de implantes puede considerarse pequeño, el problema no es estadístico, sino anatómico.

Los volúmenes blanco marcados con TAC (cérvis y cuerpo uterino) sumado a la dosimetría efectuada por puntos clásicos, generaron volúmenes de tratamiento que los cubren parcialmente (cuerpo uterino). No obstante, el volumen blanco con dosis prescrita cubre el cérvis satisfactoriamente. La importancia clínica de este concepto no está definida en la literatura (15-17).

Estimamos recomendable realizar las dosimetrías guiadas por TAC o RNM, ajustándola según puntos de dosis para HDR, ya que su distribución en el tejido blanco eventualmente podría ser optimizada, grupos europeos y americanos se encuentran definiendo criterios comunes y desarrollando las técnicas necesarias para tales efectos (15-17). Por otro lado, pueden estimarse de manera más precisa los puntos calientes en los distintos órganos a riesgo.

Es preciso resaltar el valor del taponamiento vaginal, aleja las estructuras de riesgo, principalmente vejiga, cuya variación de dosis es mayor a lo estimado por la dosimetría clásica. De acuerdo

a la posición de este órgano, probablemente se generan puntos calientes a nivel de asas intestinales no deseables y no cuantificadas en el presente estudio.

La toxicidad por dosis/fracción puede no tener una relación lineal directa (18) dado las importantes diferencias dosimétricas presentadas entre el método de planificación clásico versus TAC. La toxicidad estaría dada por la dosis acumulada a los órganos a riesgo y no la dosis/fracción recibida (tanto aguda como crónica), realzando la importancia del factor geométrico para cada implante (19).

BIBLIOGRAFÍA

1. Morris M, Eifel PJ, Lu J, Grigsby PW, Levenback C, Randy E, *et al.* Pelvic Radiation with Concurrent Chemotherapy Compared with Pelvic and Para-Aortic Radiation for High-Risk Cervical Cancer. *NEJM* 1999; 340:1137-43.
2. Rose PG, Bundy BN, Watkins EB, Thigpen JT, Deppe G, Mitchell A, *et al.* Concurrent Cisplatin-Based Radiotherapy and Chemotherapy for Locally Advanced Cervical Cancer. *NEJM* 1999;340:1144-53.
3. Keys HM, Bundy BN, Stehman FB, Laila I, Mudderspach WE, Chafe CL. Cisplatin, Radiation and Adjuvant Hysterectomy Compared with Radiation and Adjuvant Hysterectomy for Bulky Stage IB Cervical Carcinoma. *NEJM* 1999;340:1154-61.
4. Whitney CW, Sause W, Bundy BN, *et al.* Randomized Comparison of Fluorouracil plus Cisplatin versus Hydroxyurea as an Adjunct to Radiation Therapy in Stages IIB-IVA Carcinoma of the Cervix with Negative Para-aortic Lymph Nodes. A Gynecologic Oncology Group and Southwest Oncology Group Study. *J Clin Oncol* 1999;17:1339-48.
5. Peters WA III, Liu PY, Barrett RJ, *et al.* Cisplatin and Fluorouracil plus Radiation Therapy are Superior to Radiation Therapy as Adjunctive in High Risk Early Stage Carcinoma of the Cervix After Radical Hysterectomy and Pelvic Lymphadenectomy: Report of a Phase III Intergroup Study. *Soc Gynecol Oncol* 1999; Abstracts.
6. NCI Clinical Announcement: Concurrent Chemoirradiation for Cervical Cancer. February 1999.

7. Nag S, Orton C, Young D, Erickson B. The American Brachytherapy Society Survey of Brachytherapy Practice for Carcinoma of the Cervix in the United States. *Gyn Oncol* 1999; 73:111-8.
 8. Eifel PJ. High dose Rate Brachytherapy for Carcinoma of the Cervix: High Tech or High Risk? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1992;24:383-6.
 9. Patel FD, Sharma SC, Neigi PS, *et al.* Low Dose Rate vs. High Dose Rate Brachytherapy in the Treatment of Carcinoma of the Uterine Cervix: a Clinical Trial. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1993;28: 335-41.
 10. Orton CG, Seyedsadr M, Somnay A. Comparison of High and Low Dose Rate Remote Afterloading for Cervix Cancer and the Importance of Fractionation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1991;21:1425-6.
 11. ICRU Report 38, Dose and Volume Specification for Reporting Intracavitary Therapy in Gynecology. ICRU 1985.
 12. Subir Nag, Clifford ChaoBeth Erickson, Jeffery Fowler, Nilendu Gupta, Alvaro Martinez, *et al.* The American Brachytherapy Society Recommendations for Low-Dose-Rate Brachytherapy for Carcinoma of the Cervix. *Int J Radiation Oncology Biol Phys* 2002;52:33-48.
 13. Subir Nag, Beth Erickson , Bruce Thomadsen, Colin Orton, Jeffrey D. Demanes, Daniel Petereit. The American Brachytherapy Society Recommendations for High-Dose-Rate Brachytherapy for Carcinoma of the Cervix *Int J Radiation Oncology Biol Phys* 2000;48:201-11.
 14. ICRU Report 50, Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy. ICRU 1985.
 15. Pöttera R, Haie-Mederb C, Van Limbergenc E, Barillotd I, De Brabanderec M, Dimopoulousa J, *et al.* Recommendations from gynaecological (GYN) GEC ESTRO working group (II): Concepts and terms in 3D image-based treatment planning in cervix cancer brachytherapy-3D dose volume parameters and aspects of 3D image-based anatomy, radiation physics, radiobiology. *Radiother Oncol* 2006;78:67-77.
 16. Haie-Meder C, Pötter R, Van Limbergen E, *et al.* Recommendations from Gynaecological (GYN) GEC ESTRO Working Group (I): concepts and terms in 3D image-based 3D treatment planning in cervix cancer brachytherapy with emphasis on MRI assessment of GTV and CTV. *Radiother Oncol* 2005;74: 235-45.
 17. Nag S, Cardenes H, Chang S, Das IJ, Erickson B, Ibbott GS, *et al.* Proposed guidelines for image-based intracavitary brachytherapy for cervical carcinoma: Report from Image-Guided Brachytherapy Working Group *Int. J. Radiation Oncology Biol Phys* 2004; 60:1160-72.
 18. Shang-Wen Chen, Ji-An Liang, Lian-Shung Yeh, Shih-Neng Yang, An-Cheng Shiau, Fang-Jen Lin. Comparative Study of Reference Points by Dosimetric Analyses for Late Complications After Uniform External Radiotherapy and High-Dose-Rate Brachytherapy for Cervical Cancer. *Int J Radiation Oncology Biol Phys*;60:663-671.
 19. Orton CG. High-dose-rate brachytherapy may be radiobiologically superior to low-dose rate due to slow repair of late-responding normal tissue cells. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001; 49:183-9.
-