

Influencia de las heterogeneidades en el cálculo dosimétrico de braquiterapia ginecológica HDR: Un estudio por simulación Monte Carlo

- Marianela Hervias,^{1,2} Mauricio Santibáñez,² Francisco Malano,^{2,3} Camilo De la Barra,² Mauro Valente^{2,3,4}

¹ Universidad de Chile

² Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

³ Centro de excelencia en Física e Ingeniería en Salud (CFIS) - Universidad de La Frontera, Temuco; Chile

⁴ Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC

El cáncer cérvico uterino es la quinta neoplasia maligna con mayor incidencia a nivel mundial y representa un problema de salud pública importante a nivel global [1-2]. Si bien en las últimas décadas se han introducido nuevas técnicas de tratamiento, la braquiterapia ginecológica continúa siendo una modalidad de tratamiento importante [3-4]. Tradicionalmente el cálculo de dosis en el ámbito clínico en braquiterapia se realiza utilizando el formalismo TG-43 [5], que describe el depósito de dosis producido por una fuente de radiación rodeada de agua, por lo que la mayoría de los sistemas computacionales de cálculo de dosis (denominados Treatment Planning System o TPS) modelan al paciente subdividiéndolo en pequeños volúmenes denominados vóxeles constituidos de agua, sin considerar heterogeneidades. Por otro lado, durante la última década se han introducido varios algoritmos de cálculo basados en modelos para braquiterapia (Model Based Calculation Algorithm, MBCDA's) que consideran la influencia de heterogeneidades, la composición de aplicadores y la anatomía del paciente [6]. Para el caso de braquiterapia ginecológica HDR, se ha encontrado que el uso de MBDCAs produce diferencias promedio menores al 5 % con respecto al formalismo del TG-43 empleado en los TPS [7]. Sin embargo, se ha reportado que pueden existir incertidumbres importantes al no considerar con precisión la composición atómica del tejido y del aplicador [8] y debido a la distribución de dosis por el movimiento en pasos discretos de la fuente [9].

En este trabajo se estudió el impacto que producen las heterogeneidades propias de la anatomía de la pelvis sobre la dosimetría en el útero y en los órganos de riesgo más relevantes mediante simulaciones Monte Carlo realizadas con el código PENELOPE 2014 [10-11]. Se simuló la irradiación producida por una fuente de braquiterapia HDR de ^{192}Ir sobre un fantoma antropomórfico de pelvis especialmente diseñado para este estudio. La fuente de ^{192}Ir se simuló según el modelo GAMMAMED PLUS (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA.). Se simularon independientemente ocho posiciones de la fuente en el tandem central separadas por 1 cm y dos posiciones en los ovoides con la misma separación. Los resultados de dosis de los órganos se contrastaron con simulaciones realizadas en un fantoma homogéneo de agua y las distribuciones de dosis en ambos casos fueron comparadas utilizando un test de índice gamma.

Se encontró que el cálculo de dosis en agua sobrestima la dosis en el recto 1.47 ± 0.01 veces en comparación con el fantoma antropomórfico y que la dosis en las cabezas femorales fue 0.56 ± 0.02 veces menor con respecto al fantoma antropomórfico. Por otro lado, se encontró que las diferencias para el útero y vejiga están dentro del 5% en ambos casos. Los resultados de este trabajo concuerdan con los encontrados en la literatura y se concluye que, si bien el cálculo en agua produce resultados similares a los obtenidos en un fantoma antropomórfico, se debe prestar atención a las heterogeneidades propias presentes en la anatomía.

Referencias:

[1] J. Ferlay *et al.*, *Int. J. of Cancer*, **144**, no. 8 (2019).

[2] W. Small *et al.*, *Cancer*, **123**, no. 13 (2017).

[3] C. H. Holschneider *et al.*, *Brachytherapy*, **18**, no. 2 (2019).

[4] K. Tanderup, P. J. Eifel, C. M. Yashar, R. Pötter, and P. W. Grigsby, *Int. J. Radiat. Oncol.*, **88**, no. 3 (2014).

- [5] M. J. Rivard *et al.*, *Med. Phys.*, **31**, no. 3 (2004).
- [6] L. Beaulieu *et al.*, *Med. Phys.*, **39**, no. 10 (2012).
- [7] D. Jacob, M. Lamberto, L. DeSouza Lawrence, and F. Mourtada, *Brachytherapy*, **16**, no. 3 (2017).
- [8] S. A. Enger, J. Vijande, and M. J. Rivard, *Semin. Radiat. Oncol.*, **30**, no. 1 (2020).
- [9] B. Farhood and M. Ghorbani, *Radiol. Phys. Technol.*, **10**, no. 4 (2017).
- [10] J. Baró, J. Sempau, J. M. Fernández-Varea, and F. Salvat, *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, **100**, no. 1 (1995).
- [11] F. Salvat, *Ann. Nucl. Energy*, **82**, (2015).