

1. BÖLÜM

BRAKİTERAPİ FİZİĞİ

Aysun İNAL¹

GİRİŞ

Brakiterapi (bazen curietherapy veya endocurie tedavisi olarak adlandırılır), kanserin küçük, kapsüllenmiş radyonüklid kaynakları ile kısa mesafeli radyasyon tedavisini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Tedavi, kaynakların doğrudan hedef hacmin içine veya yakınına yerleştirilmesiyle kısa bir süre boyunca (geçici implantlar) veya kaynağın ömrü boyunca tam bir bozunmaya (kalıcı implantlar) kadar sürekli olarak uygulanır⁽¹⁾. Brakiterapi, radyoaktif kaynakların dokuya fiziksel yakınlığı, tedavi süresi, kaynak şiddeti, absorbe doz hızı, kaynakların hedefin içine veya yakınına fiziksel olarak yerleştirilmesi yöntemleri ve kullanılan dozimetri sistemleri ile karakterize edilebilmektedir⁽²⁾. Kullanılan en yaygın brakiterapi kaynakları foton yayar, ancak, birkaç özel durumda beta veya nötron yayan kaynaklar kullanılmaktadır. Eksternal radyoterapiye kıyasla brakiterapi tedavilerinin fiziksel avantajı, hedef hacme dozun lokalize olarak daha iyi verilmesidir. Dezavantajı ise, brakiterapinin yalnızca tümörün iyi lokalize olduğu ve nispeten küçük olduğu durumlarda kullanılabilmesidir⁽³⁾. İğne, tüp, sid, tel, küre veya kaynak dizisi olarak genellikle iki kat kapsüllenmiş bir radyonüklid olan radyoaktif kaynak, dokuya, anatomik bir lümeneye (intralüminal olarak), boşluğa (intrakaviter) veya doku üzerine yerleştirilir (kalıplanır). Geçmişte, implantlar personel tarafından ameliyathanelerde (sıcak yükleme) veya radyasyondan çok az koruma sağlayan prosedürler kullanılarak doğrudan anatomik alanlara uygulanırdı. 1960' larda, aplikatörleri işlevsel olarak yerleştirmek ve ardından radyoaktif kaynakları aplikatörlere manuel olarak yüklemek için genellikle hasta odasında yer alan radyasyondan

¹ Medikal Fizik Uzmanı (PhD), Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyasyon Onkolojisi, aysuntoy@yahoo.com

(a) Prensipler olarak 2D HDR' den 3D HDR brakiterapiye geçiş, kaynak kalibrasyonu, TPS algoritmaları ve tedavi sunumuyla ilgili dozimetrik belirsizlikleri değiştirmez.

(b) Farklı görüntüleme modalitelerinin kullanılması ve 3D veri kümelerinden aplikatörün yeniden yapılandırılmasıyla ilişkili ek bir belirsizlik olacaktır.

(c) Üç boyutlu brakiterapi, aynı zamanda, 3D hasta veri setlerinden hedef ve RO hacmi tanımlama ile ilgili belirsizlikler de getirir ⁽⁴⁰⁾.

SONUÇ

Brakiterapi uygulamalarında radyasyon onkoloğu beş temel görevle karşı karşıyadır:

Tedavi edilecek anatominin kapsamını belirlemek, istenen terapötik hedefleri belirlemek, bunlara ulaşmak için yöntemleri belirlemek, istenen terapötik hedeflere ulaşmak için uygulayıcıları ve / veya kaynakları anatomiye göre istenen şekilde yerleştirmek (kalıcı implantlar hariç) daha sonra aplikatörleri ve / veya kaynakları kaldırmak ve dozimetriyi anlamlı ve tutarlı bir yöntemle bildirmek ⁽⁴⁾.

KAYNAKLAR

1. Nath R, Anderson LL, Meli JA, et al. Code of practice for brachytherapy physics: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 56. Med. Phys. 1997; 24 (10): 1557-1598
2. Khan FM. Treatment Planning in Radiation Oncology. Second Edition. 2012;298-235.
3. Gerbi BJ and Khan FM. Treatment Planning in Radiation Oncology. Third Edition. 2007; Chapter 14: 213-237.
4. Park SJ and Thomas DH. Handbook of Image - Guided Brachytherapy. Springer International Publishing AG. Chapter 2.2017; 19-39
5. Williamson JF. Clinical brachytherapy physics. In: Perez CA, Brady LW, editors. Principles and practice of radiation oncology. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 1998; 405-67.
6. Nath R, Anderson LL, Luxton G. et al. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: recommendations of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No.43. American Association of Physicists in Medicine. Med Phys. 1995;22(2):209 -34.
7. Rivard MJ, Coursey BM, DeWerd LA et al. Update of AAPM Task Group No. 43 Report: a revised AAPM protocol for brachytherapy dose calculations. Med Phys. 2004;31(3):633-74.
8. Kemikler G. Brakiterapiye Fizik Planlama Aşamaları. Turk J Oncol 2017;32 (1):59-67
9. Rivard MJ, Butler WM, DeWerd LA, et al. American Association of Physicists in Medicine. Supplement to the 2004 update of the AAPM Task Group No. 43 Report. Med Phys 2007; 34(6):2187-205.
10. Paterson R, Parker HMA. A dosage system for gamma ray therapy. Br J Radiol. 1934; 7:592-612.
11. Quimby EH. The grouping of radium tubes in packs on plaques to produce the desired distribution of radiation. Am J Roentgenol. 1932; 27:18.

12. Pierquin B. *Precis de Curietherapie. Endocurietherapie et Plesiocurietherapie.* Paris: Masson; 1964.
13. Kottmeier HL. Surgical and radiation treatment of carcinoma of the uterine cervix. Experience by the current individualized Stockholm Technique. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 1964;43(2):1–48.
14. Tod M, Meredith WJ. A dosage system for use in the treatment of cancer of the uterine cervix. *Br J Radiol.* 1938;11: 809–24.
15. Nath R, Anderson LL, Luxton G. et al. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: recommendations of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 43. American Association of Physicists in Medicine. *Med Phys* 1995;22(2):209–34.
16. Kutcher GJ, Coia L, Gillin M, et al. Comprehensive QA for radiation oncology: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40. *Med. Phys.* 1994;21: 581–618.
17. Küçük H, Şenkesen Ö, Göksel EO. Quality Assurance in Brachytherapy. *Turk J Oncol* 2019;34(1):29–37
18. International Atomic Energy Agency. Calibration of photon and beta ray sources used in brachytherapy. IAEA-TECDOC-1274; 2002.
19. International Atomic Energy Agency. Calibration of brachytherapy sources: Guidelines on standardized procedures for the calibration of brachytherapy sources at SSDs and Hospitals. IAEA TECDOC- 1079; 1999.
20. International Atomic Energy Agency. The Transition from 2D Brachytherapy to 3-D high dose rate Brachytherapy. IAEA Human Health Reports No.12, Vienna, 2015.
21. International Commission on Radiation Units and Measurements. Dose and Volume Specification for Reporting Intracavitary Therapy in Gynecology, 1985; ICRU Rep. 38.
22. Pelloski, CE. Comparison between CT- based volumetric calculations and ICRU reference-point estimates of radiation doses delivered to bladder and rectum during intracavitary radiotherapy for cervical cancer, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2005; 62: 131–137.
23. Pötter R, Limbergen V, Gerstner N et al. Survey of the use of the ICRU 38 in recording and reporting cervical cancer brachytherapy, *Radiother. Oncol.* 2001; 58 :11–18.
24. Gerbaulet A, Pötter R, Mazeron JJ et al. *The GEC ESTRO Handbook of Brachytherapy, ESTRO, Brussels.* 2007.
25. Viswanathan AN and Erickson BA. Three-dimensional imaging in gynecologic brachytherapy: A survey of the American Brachytherapy Society, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2010; 76:104–109.
26. Pötter R. 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.
27. International Atomic Energy Agency, *Radiation Biology: A Handbook for Teachers and Students, Training Course Series No. 42, IAEA, Vienna,* 2010.
28. Haie-Meder C 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: 235–245.
29. Pouliot, J., R. Sloboda, and B. Reniers. Two-, three- and four dimensional brachytherapy. In *Comprehensive Brachytherapy: Physical and Clinical Aspects.* Eds. Venselaar J.L.M., D. Baltas, A.S. Meigooni and P.J. Hoskin, Chapter 9, 117–136. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2013.
30. Lessard E, Pouliot J. Inverse planning anatomy-based dose optimization for HDR-brachytherapy of the prostate using fast simulated annealing algorithm and dedicated objective function. *Med Phys.* 2001;28(5):773–9.
31. Dinkla AM. A comparison of inverse optimization algorithms for HDR/PDR prostate brachytherapy treatment planning. *Brachytherapy* 14, 2015a: 279–288.

32. Peters CA, Cesaretti JA, Stone NN, Stock RG. Low-dose rate prostate brachytherapy is well tolerated in patients with a history of inflammatory bowel disease. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2006; 66(2): 424–429.
33. Alemozaffar M, Regan MM, Cooperberg MR, et al. Prediction of erectile function following treatment for prostate cancer. *JAMA.* 2011;306(11):1205–1214.
34. Devlin PM, Cormack RA, Holloway CL, Stewart AJ. Brachytherapy applications and techniques. 2016; Demos Medical Publishing. Second edition.
35. Wang X, Liu R, Ma B, et al. High dose rate versus low dose rate intracavity brachytherapy for locally advanced uterine cervix cancer. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010; 7:CD007563.
36. Lee LJ, Damato AL, Viswanathan AN. Clinical outcomes following 3D image-guided brachytherapy for vaginal recurrence of endometrial cancer. *Gynecol Oncol.* 2013;131(3): 586–592.
37. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Uterine Neoplasms. v.1, 2014.
38. Townamchai K, Lee L, Viswanathan AN. A novel low dose fractionation regimen for adjuvant vaginal brachytherapy in early stage endometrioid endometrial cancer. *Gynecol Oncol.* 2012;127(2):351–355.
39. Small W, Jr., Erickson B, Kwakwa F. American Brachytherapy Society survey regarding practice patterns of postoperative irradiation for endometrial cancer: current status of vaginal brachytherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2005;63(5):1502–1507.
40. Lee LJ, Jhingran A, Kidd E, et al. ACR appropriateness criteria management of vaginal cancer. *Oncology (Williston Park, NY).* 2013;27 (11):1166–1173.