

ladu s Národními radiologickými standardy, relevantními mezinárodními doporučeními, i se zohledněním vlastní klinické zkušenosti.

Po konsenzuálním schválení ozařovacího plánu lékařem i radiologickým fyzikem je výsledný plán exportován z plánovacího systému do ovládací konzole afterloadingového ozařovacího přístroje. Zde musí každý den proběhnout odpovídající prodloužení ozařovacích časů s ohledem na postupně klesající aktivitu zdroje záření. Tak se zajistí, že bude při každé ozařovací frakci aplikována vždy správná předepsaná dávka.

Závěr

Během první dekády 21. století počet aplikací brachyterapie prostaty, prsu i gynekologických malignit v Evropě stabilně rostl. Od té doby však využití brachyterapie celosvětově opět klesá, obzvláště v USA. Důvodů poklesu lze identifikovat několik: invazivní charakter výkonů, znevýhodnění úhrad brachyterapie, nižší priorita brachyterapie při vzdělávání odborných pracovníků, nedostatečná komunikace s pracovníky jiných odborností i laickou veřejností. V neposlední řadě má vliv širší využití moderních technologií zevní radioterapie – radioterapie s modulovanou intenzitou (IMRT), objemově modulované radioterapie (VMAT) a zejména stereotaktické radioterapie (SBRT). Tyto pokročilé technologie zevní radioterapie

z fyzikálního hlediska rovněž umožňují dosažení vysokých dávkových gradientů a související efektivní šetření kritických orgánů. Přesto se intersticiální brachyterapie jeví stále dozimetricky výhodnější, především s ohledem na šetření kritických orgánů (4). Rovněž intrakavitární brachyterapie má v léčbě gynekologických malignit stále své nezastupitelné místo, což potvrzují i současná mezinárodní doporučení (5). Zde se odrážejí nejen fyzikální benefity dané ozařovací techniky, ale hlavně klinické výsledky léčby.

Lepší dostupnost zobrazení magnetickou rezonancí se promítá do širšího využití MR zobrazení pro plánování radioterapie obecně. V případě brachyterapie karcinomu hrdla dělohy je největší výhodou MR plánování nekompromisně přesná informace o uložení a rozsahu nádorového procesu ve vztahu k zavedenému aplikátoru a kritickým orgánům. Klinika onkologie a radioterapie FN Hradec Králové je prvním pracovištěm v České republice, kde byla zavedena adaptivní brachyterapie karcinomu hrdla dělohy plánovaná při každé frakci výhradně magnetickou rezonancí, bez nutnosti registrace obrazu s CT vyšetřením. Kombinace intrakavitární a intersticiální brachyterapie je vhodná až u poloviny léčených pacientek, což představuje asi největší změnu v dosavadní brachyterapii tohoto onemocnění (6).

Trendem poslední doby je tvorba individuálních aplikátorů pomocí 3D tisku (7). Ve spolupráci s odborníky z Ústavu lékařské biofyziky LF HK vyvíjíme plastové MR kompatibilní nástavce pro uterovaginální aplikátory, které umožňují přesné zavedení plastových jehel při výše uvedené kombinaci intrakavitární a intersticiální brachyterapie karcinomu hrdla dělohy. U karcinomu penisu rovněž využíváme plastové aplikátory vyrobené technikou 3D tisku. Jejich výhodou je nižší hmotnost v porovnání s kovovými, spojená s vyšším komfortem pro pacienta. V kombinaci s plastovými katétry lze využít CT zobrazení bez obrazových artefaktů pro přesný výpočet dávkové distribuce.

Pokrokem v plánování brachyterapie je možnost využití pokročilých algoritmů pro výpočet dávky, tzv. model-based dose calculation algorithms (MBDCAs). Oproti stávajícímu široce využívanému formalismu TG-43, který při výpočtu dávkové distribuce předpokládá homogenní vodní prostředí, jsou nové algoritmy přesnější při výpočtu dávky v nehomogenním prostředí, tedy v blízkosti povrchu těla (fyzikálně rozhraní tkáň–vzduch), kostí či vzduchových dutin. Lépe reflektují přítomnost samotných aplikátorů. V případě intersticiální brachyterapie v oblasti ORL, prsu či penisu by použití pokročilých algoritmů již mělo být standardem.

LITERATURA

1. Steel GG. The Dose-Rate Effect: Brachytherapy. In Basic Clinical Radiobiology; Steel GG, Ed.; Edward Arnold Publishers: London, UK; 1993.
2. Soumarová R, Homola L. Intersticiální brachyterapie. Brno: Masarykova univerzita; 2006.
3. ICRU (INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS): Dose nad Volume Specification for Reporting Interstitial Therapy. Report 58. ICRU, Bethesda,

- Maryland, USA; 1997.

4. Major T, Fröhlich G, Ágoston P, et al. The value of brachytherapy in the age of advanced external beam radiotherapy: a review of the literature in terms of dosimetry. Strahlenther Onkol. 2022;198:93-109. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00066-021-01867-1>.

5. NCCN guidelines version 4.2024 cervical cancer [Internet]. [cited 2024 Nov 7]. Available from: <https://www.nccn.org/guidelines>.

6. Sirák I, Sýkorová P, Grepl J, et al. 4D MR adaptivní brachyterapie karcinomu hrdla dělohy ve FN Hradec Králové. Onkol Revue. 2018;5(6):1-6.

7. Jiříčková J. Unikátní kombinace léčby dokáže nádor zničit do pěti týdnů. Forum – Magazín Univerzity Karlovy [Internet]. 2022; [cited 2024 Nov 7]. Available from: <https://www.ukforum.cz/rubriky/veda/8230-igor-sirak-nador-dokazeme-znicit-behem-peti-tydnu>.