

Intersticiální brachyterapie nádorů hlavy a krku

Miroslav Hodek, Denisa Pohanková, Petr Paluska, Martina Šůnová, Igor Sirák

Klinika onkologie a radioterapie, Fakultní nemocnice Hradec Králové

Lékařská fakulta, Univerzita Karlova v Hradci Králové

Intersticiální brachyterapie (BT) je efektivní metodou pro léčbu nádorů v ORL oblasti, zejména jako doplněk k externí radioterapii (EBRT) a chirurgii, a v některých případech i jako samostatný léčebný postup. Tato metoda spočívá v zavedení radionuklidového zdroje přímo do nádoru nebo pooperačního lůžka, což umožňuje cílené dávkování záření s vysokou lokální kontrolou a minimálním poškozením okolních tkání. BT se nejčastěji využívá pro nádory rtů, jazyka, spodiny úst a bukální sliznice. Samostatné použití BT se hodí pro raná stadia, zatímco pokročilejší případy mohou být léčeny v kombinaci s EBRT, kdy BT představuje dávkový boost. Navíc může sloužit i jako záchranná terapie u recidivujících nádorů v již ozářeném terénu. Díky možnosti přesné distribuce záření BT minimalizuje dlouhodobé nežádoucí účinky a zlepšuje kvalitu života pacientů. Mezi hlavní nevýhody se řadí technická a personální náročnost a také invazivita zákroku.

Klíčová slova: intersticiální brachyterapie, radioterapie, nádory hlavy a krku, dávková eskalace, reiradiace, plánování, zobrazovací techniky.

Interstitial brachytherapy of head and neck tumors

Interstitial brachytherapy (BT) is an effective method for the treatment of head and neck tumours, especially as an adjunct to external beam radiotherapy (EBRT) and surgery, and in some cases as a stand-alone treatment. This method consists in the implantation of a radionuclide source directly into the tumour or the postoperative bed, allowing targeted radiation dosing with high local control and minimal damage to surrounding tissues. BT is most commonly used for tumours of the lips, tongue, floor of the mouth and buccal mucosa. The use of BT alone is suitable for early stages, while more advanced cases can be treated in combination with EBRT, when BT represents dose boost. In addition, it can serve as salvage therapy for recurrent tumors in an already irradiated site. Due to the possibility of precise radiation distribution, BT minimizes long-term side effects and improves the quality of life of patients. However, the main disadvantages include the technical and personnel requirements as well as the invasiveness of the procedure.

Key words: interstitial brachytherapy, radiotherapy, head and neck tumors, dose escalation, reirradiation, planning, imaging techniques.

Úvod do intersticiální brachyterapie nádorů hlavy a krku

Intersticiální brachyterapie (BT) je jednou z možností léčby nádorů hlavy a krku. Jedná se o převážně o doplňkovou metodu terapie, která se používá k lokální dávkové eskalaci a tím

současně umožňuje snížit toxicitu aplikované léčby. Dále zvyšuje šance na zachování funkce a struktury přilehlých rizikových orgánů po proběhlé radioterapii. Jedná se o podstatný faktor ovlivňující kvalitu života pacientů po terapii. BT nachází využití zejména v léčbě nádorů rtů, jazyka, spodiny ústní, bukální sliz-

DECLARATIONS:

Declaration of originality:

The manuscript is original and has not been published or submitted elsewhere.

Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18th WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

Conflict of interest and financial disclosures:

None.

Funding/Support:

None.

Cit. zkr: **Onkologie**. 2025;19(1):6-10
<https://doi.org/10.36290/xon.2025.001>

Článek přijat redakcí: 4. 11. 2024

Článek přijat k tisku: 12. 11. 2024

MUDr. Miroslav Hodek
miroslav.hodek@fnhk.cz

nice, v menší míře orofaryngu. V oblasti hlavy a krku se lze setkat i s BT tumorů nosohltanu, vedlejších nosních dutin a dutiny nosní, zde se nejedná o intersticiální BT, ale o BT intrakavitální, proto nejsou v tomto textu podrobně popisovány. BT umožňuje přesnou aplikaci dávky záření přímo do oblasti nádoru nebo pooperačního lůžka nádoru, čímž poskytuje výhodu vysoké lokální kontroly při současném šetření okolních zdravých tkání. Metodu lze využít v různých indikacích. Může se jednat o samostatnou léčebnou metodu (radikální BT) a využívá se hlavně u časných klinických stadií nádorů (např. tumory rtů, jazyka), kde nahrazuje chirurgický výkon. Další možností je samostatná pooperační BT při nálezu pooperačních rizikových faktorů pro lokální recidivu (pozitivní resekční okraje s nemožností rozšíření operačního výkonu), kde snižuje riziko lokálního relapsu. BT lze využít také v kombinaci se zevní radioterapií (EBRT) jako BT dávkový boost v radikální nebo pooperační léčbě. V neposlední řadě je BT také možností záchranné terapie (reiradiace) v případě lokálního relapsu nádoru v již ozářeném terénu (1). Z výše zmíněných skutečností vyplývá, že jde o metodu vhodnou pro relativně úzké spektrum pacientů v přísně cílených indikacích.

Brachyterapie se jako samostatná léčebná metoda etablovala již na konci 19. století po objevu radioaktivity. V průběhu 20. století prošla významným vývojem, kdy se zdokonalily techniky implantace, zdroje záření a systémy pro kontrolu kvality léčby. Posun od BT s nízkým příkonem (LDR) k BT s vysokým dávkovým příkonem (HDR) a pulzním dávkovým příkonem (PDR) v kombinaci s moderními afterloadingovými a výpočetními systémy umožnil optimalizaci dávky záření v cílových objemech. U LDR BT byla optimalizace dávky určena geometrií zavedení katétrů. U PDR/HDR se využívá tzv. technologie krokujícího zdroje (stepping source), která využívá různé časy setrvání zdroje v bodech v průběžné délce aplikátoru, tím se dosáhne výrazně lepší modulace dávkové distribuce než jenom samostatnou geometrií aplikátorů. Krokovací zdroj (kroky v řádu jednotek mm) může rychle měnit dobu expozice (v řádu desetin sekundy) a optimalizovat dávkové rozložení v cílové oblasti. V této souvislosti lze v literatuře narazit i na termín brachyterapie s modulo-

vanou intenzitou záření, který odkazuje na podobnost moderních technik brachyterapie s moderními technikami zevní radioterapie (EBRT). Využití 3D zobrazovacích technik, jako je magnetická rezonance (MRI), počítačová tomografie (CT), pozitronová emisní tomografie (PET) a případně kombinace metod, neoddelitelně patří k moderní brachyterapii, a nelze si bez nich současnou brachyterapii představit.

Díky těmto technologickým pokrokům lze pomocí BT aplikovat vysokou dávku záření i v oblasti hlavy a krku, kde se nachází velký počet rizikových orgánů. Je to obzvláště výhodné v oblastech, kde prudký spád dávky od zdroje záření (zákon inverzní druhé mocniny) umožní dokonalejší šetření zdravých tkání. V některých lokalitách nádorů hlavy a krku se jedná o benefit, který doposud nebyl překonán ani moderními technikami EBRT (šetření velkých i malých slinných žláz, žvýkacích svalů a chuťových buněk). Tato přesná distribuce snižuje riziko převážně pozdních nežádoucích účinků, které ovlivňují dlouhodobou kvalitu života. Z BT to činí efektivní volbu v případech, kde EBRT nepřináší dostatečnou míru ochrany zdravých tkání.

V Evropském regionu vycházíme převážně z doporučení společnosti Groupe Européen de Curiothérapie – European Society for Radiotherapy and Oncology (GEC-ESTRO). Od prvního vydání komplexního léčebného doporučení GEC-ESTRO (2) pro BT nádorů hlavy a krku v roce 2009 se standardy a možnosti BT výrazně posunuly a odrážejí celkovou evoluci brachyterapie od LDR k HDR/PDR technologiím. Standardy BT dále rozvinuly integraci moderního obrazového navádění trojrozměrného zobrazování a plánování léčby. Magnetická rezonance (MRI) je preferována pro detailní definici rozsahu nádoru, počítačová tomografie (CT) je užitečná při vyšetření infiltrace kostí a pozitronová emisní tomografie (PET) může pomoci při určování metabolicky aktivních nádorových oblastí.

Vzhledem k omezenému spektru indikací a specifickým požadavkům na přesnost plánování je intersticiální BT vyhrazena zejména pro pacienty s nádory v anatomicky vhodných lokalizacích a pro situace, kdy jsou splněny podmínky pro její maximální efektivitu a bezpečnost. U pokročilých stadií nádorů se BT

používá spíše v kombinaci s EBRT, kdy poskytuje dávkovou eskalaci pro zajištění optimální lokální kontroly. EBRT nižší dávkou sterilizuje elektivní lymfatické oblasti od mikroskopického metastatického postižení (eliminace rizika uzlinového relapsu). Kombinace BT s chirurgickými přístupy a systémovou léčbou umožňuje rozšířit léčebné možnosti, kdy lze dosáhnout dlouhodobé kompletní remise i u pacientů s vyšším rizikem recidivy. Jde hlavně o pacienty s pozitivními resekčními okraji, kde je radikalizace chirurgického výkonu nemožná nebo možná pouze za cenu výrazné mutilace. Současné poznatky ukazují, že BT je srovnatelně účinná jako EBRT a často přináší výhodu nižší toxicity (2, 3, 4). Díky přesně cílené aplikaci a pokročilým technologiím plánování se BT stala nedílnou součástí moderní onkologické péče. I tak BT zůstává metodou vhodnou pouze pro vybrané pacienty a indikace, kdy dosahuje maximálního terapeutického účinku a omezuje dlouhodobé následky léčby.

Výhody a nevýhody intersticiální brachyterapie v ORL oblasti

Lokoregionální selhání je nejčastějším typem relapsu u karcinomu hlavy a krku, a většina těchto selhání je nalezena v oblastech s vysokou dávkou záření po předchozí radioterapii (5). Nedostatečná kontrola nádoru na lokální úrovni představuje významný problém. Výsledky kohortových studií ukazují, že lokální kontrola je zásadní prediktivní faktor pro vznik vzdálených metastáz (6). Proto se BT jeví jako perspektivní metoda k dosažení vyšší lokální dávky a tím i lokoregionální kontroly. Metoda má kromě svých nesporných výhod i některé podstatné nevýhody, které omezují její masivnější rozšíření.

Výhody BT

Jednou z hlavních výhod BT je schopnost dodávat vysokou dávku záření přímo do cílového objemu s prudkým poklesem dávky v okolních tkáních. Tato vlastnost je klíčová při snaze o ochranu zdravých tkání a minimalizaci dlouhodobých vedlejších účinků, jako jsou xerostomie (sucho v ústech) a dysfagie (potíže s polykáním), které bývají častými komplikacemi EBRT. BT také umožňuje zkrátit celkovou dobu ozařování ze 7 na 2–3 týdny,

což minimalizuje riziko repopulace nádorových buněk během léčby a zvyšuje šance na úspěšnou lokální kontrolu nádoru a také zvyšuje komfort pacientů. U pacientů, kteří nejsou vhodnými kandidáty pro rozsáhlou chirurgickou resekci, nabízí BT efektivní a méně invazivní alternativu léčby. Kromě toho lze BT použít v kombinaci s externí radioterapií (EBRT) a/nebo chirurgickým zákrokem. Tento kombinovaný přístup umožňuje eskalaci dávky pro dosažení vyšší míry lokální kontroly, zejména u pokročilých stadií nádorů, a často vede k lepším výsledkům než samotná EBRT. U pacientů, kteří již dříve podstoupili radioterapii, je BT cennou možností pro reiradiaci, neboť umožňuje zacílení na oblast s nízkým rizikem poškození dříve ozářených tkání.

Nevýhody BT

Ačkoliv BT přináší řadu výhod, není vhodná pro všechny pacienty. Její využití je omezeno na případy, kdy je nádor dobře definovaný a anatomicky přístupný pro implantaci radioaktivních zdrojů. U nádorů s nejasnými hranicemi nebo u hluboko uložených lézí může být BT nevhodná kvůli riziku nerovnoměrného rozložení dávky a vzniku tzv. horkých (předávkování – riziko nekrózy) nebo studených (poddávkování – riziko relapsu) míst v nádorovém ložisku. K dosažení optimálních výsledků je nezbytná vysoká přesnost implantace i malé posunutí zdrojů mimo požadované pozice může vést k neočekávaným dávkovým anomáliím. Další výzvou BT je, že vyžaduje pokročilé technologie a odborné dovednosti pro správné umístění zdrojů a plánování léčby. To zahrnuje použití pokročilého obrazového navádění (MRI, CT) a krokového zdroje s modulací intenzity. Z tohoto důvodu je BT náročná na technické zázemí a vysokou odbornost týmu (dlouhá učící křivka), což omezuje její dostupnost a uplatnění na specializovaných pracovištích. S technologickým vývojem a obměnou BT přístrojů souvisí i vysoká pořizovací cena zařízení a relativně vysoká cena pravidelné výměny radionuklidového zdroje. Další relativní nevýhodou oproti EBRT je invazivita výkonu. Implantace v oblasti rtů se provádějí nejčastěji v lokální anestezii a jsou relativně snadné a jednoduché. Proti tomu implantace v oblasti jazyka, spodiny ústní, bukální sliz-

nice a orofaryngu a další vyžadují anestezii celkovou, a vzhledem k riziku nejrůznějších komplikací musí být prováděny na operačním sále za přítomnosti chirurga a je potřeba počítat s nejrůznějšími komplikacemi. Mezi nejzávažnější se řadí masivní žilní nebo tepenné krvácení, aspirace a těžké infekce v místě zavedení katétrů. Pacient musí být po celou dobu terapie hospitalizován a pod odborným dohledem, tím se riziko komplikací minimalizuje. Pověštinou je vyžadována profylaktická antibiotická terapie a současně i intermitentní kortikoterapie jako léčba anti-edemová při rozsáhlejších otocích měkkých tkání po implantaci katétrů.

Technika implantace

Techniky LDR BT jsou na výrazném ústupu, proto se jimi tento článek nezabývá. U HDR nebo PDR brachyterapie se do cílové tkáně neimplantuje přímo radioaktivní zdroj, nejprve jsou implantovány cesty, kudy bude následně radioaktivní zdroj tkání procházet. Jedná se o inertní katétrů nebo jehly, historicky bývaly ocelové, v současné době převažují plastové. Tento zákrok probíhá v přísných aseptických podmínkách na operačním sále, kde je připraveno veškeré vybavení a personál pro řešení případných komplikací. U nádorů na rtu lze implantaci provést v lokální anestezii, zatímco implantace v oblasti dutiny ústní a orofaryngu obvykle vyžaduje celkovou anestezii s nasotracheální intubací, aby dýchací přístroj nezasahoval do zákrového pole. První fází zákroku je zavedení dutých kovových jehel s otevřeným ostrým koncem. Do jehel jsou následně zavedeny vlastní flexibilní BT katétrů a ocelové jehly jsou odstraněny. Katétrů jsou na vstupních a výstupních místech fixovány gumovými záložkami. Počet katétrů je dán rozsahem klinického cílového objemu (CTV; nádor a lem předpokládaného mikroskopického šíření), přičemž doporučená separační vzdálenost mezi katétrů je 0,8–1,2 cm, s maximem 1,5 cm. Větší separační vzdálenost již zvyšuje riziko tvorby horkých a studených bodů (7, 8). Vlastní radioterapie probíhá ve formě jednotlivých frakcí, kdy je celková předepsaná dávka záření rozdělena do jednotlivých dílčích aplikací (frakcí). Při každé frakci jsou všechny aplikované katétrů napojeny na afterloadingový přístroj, ve kterém je odstíně-

ně ukrytý vlastní radionuklidový zdroj. Poté je radionuklidový zdroj postupně zaveden do jednotlivých katétrů, kde proběhne vyzáření předepsané dávky. Následně se zdroj opět vrací do afterloadingového přístroje. Po aplikaci předepsaného počtu frakcí je BT ukončena a katétrů extrahovány. Extrakce by měla probíhat optimálně opět na operačním sále pro zvládnutí případného krvácení. Silné krvácení je nejzávažnější komplikací celé procedury. Ačkoliv je arteriální krvácení vzácné, je třeba s ním počítat, častější bývá silné žilní krvácení, které je ale dobře zvládnutelné povětšinou pouhou bimanuální kompresí. Z toho důvodu je nutné, aby byly přítomny alespoň dvě kompetentní osoby.

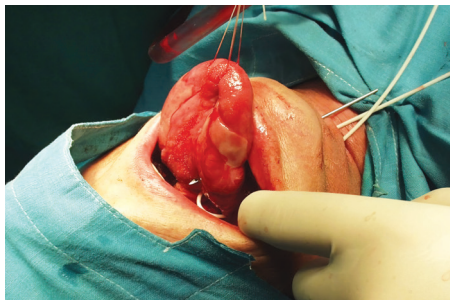
Nádory horního a dolního rtu

Operační léčba v oblasti rtů zanechá i u relativně malých tumorů výrazné kosmetické i funkční změny. Nádory lze léčit samostatnou BT do velikosti zhruba 5 cm v největším rozměru. U pokročilejších tumorů je již vysoké riziko postižení lymfatických uzlin, je nutné uvažovat i o elektivním EBRT příslušných lymfatických oblastí (brachyterapeutický dávkový boost). Může být použita technika rigidních kovových jehel nebo technika flexibilních plastových katétrů zavedených v lokální anestezii. Riziko 5letého selhání je hluboce pod 10%, dobré jsou i funkční a kosmetické výsledky. Komplikace se vyskytují u 2–10% pacientů, kdy se jedná hlavně o nekrózu měkkých tkání a přilehlých kostí (2–4, 8). LDR a HDR BT vykazují podobnou účinnost s mírou lokální kontroly 90–95% a podobnou toxicitou. Dávkovací schémata jsou doporučena pro HDR 3 Gy × 18 frakcí; 3,5 Gy × 14 frakcí; 4 Gy × 13 frakcí; pro malé tumory and adjuvantní radioterapii 4,5 Gy × 9 frakcí, pro objemné tumory 5 Gy × 9 frakcí. Doporučené dávkování PDR je 60–70 Gy v 0,4–0,6 Gy/h/24 h (8, 9).

Nádory bukální sliznice

Implantace plastových trubiček se provádí ve jedné maximálně dvou rovinách. Implantace se provádí na operačním sále v celkové anestezii. Doporučené dávkovací schéma pro HDR je 3,5 Gy × 10–14 frakcí alternativně 4 Gy × 13 frakcí. V kombinované léčbě po 50–54 Gy EBRT jako boost 3–3,5 Gy × 6 frakcí. Pro PDR se doporučuje aplikovat

Obr. 1. Příklad implantace BT katétrů při léčbě karcinomu jazyka. Výkon v celkové anestezii na operačním sále. Je viditelná dutá kovová jehla, která bude následně nahrazena flexibilním plastovým katétre



Obr. 4. Ukázka brachyterapie spinocelulárního karcinomu horního RT



Obr. 2. Pohled do dutiny ústní u pacienta před koncem 2týdenní BT série. Viditelné je usazování debridu v oblasti vnitřních konců katétrů



Obr. 5. Ukázka brachyterapie karcinomu bukalární sliznice



Obr. 3. Ukázka brachyterapie spinocelulárního karcinomu dolního rtu



Obr. 6. Nález zhruba 3 měsíce po ukončení BT a extrakci katétrů. Na levé hraně jazyka je viditelná pouze vyhlazená sliznice po proběhlé terapii. Kosmetický i funkční efekt velmi dobrý



60–70 Gy v 0,4–0,6 Gy/h/24 h nebo 10–24 Gy jako boost k EBRT (10).

Nádory jazyka a spodina ústní

Jako primární terapie by vždy měla být zvažována chirurgická resekce. Menší léze lze léčit BT. U nádorů pod 3 cm (T1–2) lze BT použít jako rovnocennou alternativu k chirurgickému výkonu. V adjuvantní (pooperační) indikaci se BT užívá v případě pozitivních nebo blízkých resekčních okrajů (pod 5 mm) nebo při nález dalších rizikových faktorů, lymfoangioinvasi či perineurálního šíření. U pokročilejších tumorů s rizikem postižení lymfatických uzlin se používá kombinace EBRT a BT (11). Obvyklá aplikovaná dávka HDR je 4 Gy × 11–12 frakcí; pro menší tumory lze volit 5–6 Gy × 9–10 frakcí. V pooperační indikaci 3,4–3,5 Gy × 10–12 frakcí nebo 4 Gy × 10–11 frakcí nebo 3 Gy × 13–18 frakcí, případně 6 Gy × 5 frakcí. U samostatné PDR se užívá 50–64 Gy v 0,4–0,6 Gy/h/24 h. Při kombinaci s 50–60 Gy EBRT lze aplikovat HDR boost 4 Gy × 4–6 frakcí nebo 3 Gy × 5–8 frakcí. Eventualitou je i PDR boost 10–24 Gy v 0,4–0,6 Gy/h/24 h (12, 13). Interval mezi EBRT a BT by měl být co nejkratší (omezení repopulace nádorových buněk), obvykle bývá 2–3 týdny a je ovlivněn hlavně rozvojem akutní toxicity EBRT.

Nádory orofaryngu

BT pro karcinomy orofaryngu je v současné době spíše na ústupu v důsledku rozvoje moderních technik EBRT. Ve většině případů je užívána jako dávkový boost k EBRT. Oblast orofaryngu je typická bohatou sítí lymfatických cév, proto je zde i vyšší riziko mikroskopického postižení lymfatických uzlin. Samostatné ozáření orofaryngu pomocí EBRT se indikuje velmi vzácně a pouze u brzkých stadií tumorů, obdobný princip se používá i v indikaci BT. Kombinace BT s EBRT snižuje riziko relapsu v lymfatických uzlinách. Možností je také pooperační BT lůžka tumoru (pozitivní nebo blízké chirurgické okraje, lymfovaskulární nebo perineurální invaze) nebo v kombinaci s EBRT. Pro kombinovaný přístup jsou dávky EBRT v rozmezí 45–50 Gy. Dle závažnosti akutní toxicity se BT aplikuje s přestávkou 1–3 týdny. Doporučená dávka BT je 3 Gy × 7–8 frakcí nebo 4 Gy × 4–6 frakcí pro HDR a 10–24 Gy 0,4–0,6 Gy/h/24 h pro PDR. U samostatné HDR 4 Gy × 10 frakcí nebo 6 Gy × 8 frakcí pro malé tumory. Při samostatné PDR 60–66 Gy v 0,4–0,6 Gy/h/24 h. U pooperační BT lze zvažovat adjuvantní HDR 4 Gy × f frakcí pro resekci R0 (negativní resekční okraj) a 4 Gy × 6 frakcí pro resekci

R1 (pozitivní resekční okraj) s EBRT 45 Gy/25 frakcí (14).

Záchranná brachyterapie

Záchranná BT v oblasti hlavy a krku se využívá především ve dvou obecně platných scénářích. Jednak u nádorů, které perzistují/progredují po předchozím ozáření, jednak u nádorů indukovaných předchozí radioterapií (duplicitní tumor v ozářeném poli). Možnost záchranné EBRT reiradiace existuje, ale z důvodu vysoké míry komplikací a nízké účinnosti je využívána velmi omezeně. Pro resekovatelné tumory je preferována chirurgická resekce, avšak její účinnost často omezuje vysoké procento pozitivních okrajů. V takových případech je adjuvantní reiradiace pomocí brachyterapie vhodnou léčebnou možností. U pacientů nevhodných pro chirurgický zákrok může být intersticiální brachyterapie proveditelnou alternativou, pokud lze dostatečně pokrýt cílový objem (CTV) smysluplnou dávkou a nejsou přítomny kontraindikující faktory, jako jsou invaze kostí, fistulace tumoru nebo krátká předpokládaná délka přežití. Při brachyterapii v dříve ozářených oblastech je nutné dbát na přísnější dávkové a objemové limity než při primární brachyterapii, protože

se pohybujeme v již jednou ozářeném terénu, kde jsou toleranční limity zdravých tkání fakticky vyčerpány (již byly aplikovány dávky 60–70 Gy). Několik studií podporuje efektivitu záchranné intersticiální brachyterapie, pokud je prováděna ve zkušených centrech a při pečlivém výběru pacientů. V případech, kdy se BT používá jako jediný způsob léčby (inoperabilní nálezy), se doporučuje aplikovat HDR 3,4 Gy × 15–17 frakcí, alternativně 4 Gy × 10 v případě krční lymfadenopatie 3 Gy × 10 frakcí. Při samostatné PDR 60–66 Gy v 0,4–0,6 Gy/h/24 h. V případě proběhlé operace a indikované pooperační reiradiace jsou dávky HDR 2,5 Gy × 12 frakcí nebo 3,4 Gy × 10 frakcí nebo 4 Gy × 8 frakcí. Pro PDR ve stejné indikaci 50–60 Gy 0,4–0,6 Gy/h/24 h. Pokud je v reiradiaci použita kombinace EBRT 30–40 Gy s následným BT

boostem jsou doporučené dávky HDR 2,5 Gy × 8 frakcí nebo 3 Gy × 6 frakcí nebo 4 Gy × 5 frakcí, pro PDR 20–27 Gy/0,4–0,6 Gy/h/24 h.

Celková dávka 30–40 Gy, při kombinaci EBRT reiradiace 16–24 Gy. Intersticiální brachyterapie může být rovněž účinná při recidivách v lymfatických uzlinách, kde je často úspěšně využívána při dávkách okolo 30 Gy s dosažením vysoké míry lokální kontroly a relativně nízkým výskytem závažných komplikací (15–16).

Závěr

Intersticiální BT představuje inovativní přístup v léčbě nádorů hlavy a krku, který umožňuje vysokou míru lokální kontroly díky přesnému dávkování záření s minimálním poškozením okolních tkání. Přesná distri-

buce dávky minimalizuje riziko dlouhodobých vedlejších účinků, jako jsou xerostomie a dysfagie, což vede ke zlepšení kvality života pacientů. Navzdory výhodám však intersticiální HDR brachyterapie vyžaduje značné technické a personální zajištění, to omezuje její širší dostupnost. Procedura je zároveň invazivní a nese s sebou riziko komplikací, jako je krvácení nebo infekce v místě implantace katétrů, je tedy nutný pečlivý výběr pacientů a plánování výkonu. Vhodnost metody závisí na lokalizaci a charakteristice nádoru, indikace musí být zvažována individuálně. Se stále se rozvíjejícími technologiemi, včetně pokročilých zobrazovacích metod a precizního plánování, existuje potenciál pro další zlepšení účinnosti a bezpečnosti této terapie.

LITERATURA

1. Bussu F, Tagliaferri L, Mattiucci G, et al. HDR interventional radiotherapy (brachytherapy) in the treatment of primary and recurrent head and neck malignancies. *Head Neck*. 2019;41(6):1667-1675.
2. Mazon JJ, Ardiet JM, Haie-Méder C, et al. GEC-ESTRO recommendations for brachytherapy for head and neck squamous cell carcinomas. *Radiother Oncol*. 2009;91(2):150-156.
3. Guinot JL, Bacorro W, Budrukkar A, et al. GEC-ESTRO recommendations for head & neck cancer brachytherapy (interventional radiotherapy): 2nd update with focus on HDR and PDR. *Radiother Oncol*. 2024;201:110533.
4. Kovacs G, Martinez-Monge R, Budrukkar A, et al. GEC-ESTRO ACROP recommendations for head & neck brachytherapy in squamous cell carcinomas: 1st update – Improvement by cross sectional imaging based treatment planning and stepping source technology. *Radiother Oncol*. 2017;122(2):248-254.
5. Farrag A, Voordeckers M, Tournel K, et al. Pattern of failure after helical tomotherapy in head and neck cancer. *Strahl-*

6. Due AK, Vogelius IR, Aznar MC, et al. Recurrences after intensity modulated radiotherapy for head and neck squamous cell carcinoma more likely to originate from regions with high baseline [18F]-FDG uptake. *Radiother Oncol*. 2014;111(3):360-365.
7. Hennequin C, Mazon JJ, Chotin G. How to use the Paris system in the year 2001? *Radiother Oncol*. 2001;58(1):5-6.
8. Tucek L, Sirák I, Hodek M, et al. High-dose-rate brachytherapy at 3 Gy per fraction for lip carcinoma: Treatment outcomes and toxicity at 5-years. *Brachytherapy*. 2023;22(4):496-502.
9. Mut A, Guinot JL, Arribas L, et al. High dose rate brachytherapy in early stage squamous-cell carcinoma of the lip. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2016;67(5):282-287.
10. Bhalavat R, Budrukkar A, Laskar SG, et al. Brachytherapy in head and neck malignancies: Indian Brachytherapy Society (IBS) recommendations and guidelines. *J Contemp Brachytherapy*. 2020;12(5):501-511.
11. Strnad V. Treatment of oral cavity and oropharyngeal cancer. Indications, technical aspects, and results of intersti-

12. Takacs-Nagy Z, Ferenczi Ö, Major T, et al. Results of sole postoperative interstitial, high-dose-rate brachytherapy of T1-2 tongue tumours. *Strahlenther Onkol*. 2022;198(9):812-819.
13. Ferenczi O, Major T, Akiyama H, et al. Results of postoperative interstitial brachytherapy of resectable floor of mouth tumors. *Brachytherapy*. 2021;20(2):376-382.
14. Budrukkar A, Murthy V, Kashid S, et al. Intensity-Modulated Radiation Therapy Alone Versus Intensity-Modulated Radiation Therapy and Brachytherapy for Early-Stage Oropharyngeal Cancers: Results From a Randomized Controlled Trial. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2024;118(5):1541-1551.
15. Li Y, Jiang Y, Qiu B, et al. Current radiotherapy for recurrent head and neck cancer in the modern era: a state-of-the-art review. *J Transl Med*. 2022;20(1):566.
16. Rodin J, Bar-Ad V, Cognetti D, et al. A systematic review of treating recurrent head and neck cancer: a reintroduction of brachytherapy with or without surgery. *J Contemp Brachytherapy*. 2018;10(5):454-462.