

přispívá také rozptýlené záření. Změnám ve zdravých tkáních se tedy nelze při ozařování zcela vyhnout a radioterapie je vždy spojena s jistým rizikem toxicity. Při plánování radioterapie je proto nezbytné maximálně šetřit okolní zdravé tkáně k zajištění přijatelného rizika akutních a pozdních nežádoucích účinků léčby a k zachování dobré kvality života pacientů (1).

Radioterapie – základní pojmy a definice

Plánování radioterapie je prováděno na podkladě nativních CT (počítačová tomografie) snímků, které poskytují údaje o elektronové denzitě a je možné je využít k určení dávkové distribuce. Vyšetření je provedeno v definované poloze, která je poté co nej přesněji reprodukována před každou frakcí záření. Pro přesnější definici cílových objemů je využívána fúze snímků s nálezy dalších zobrazovacích metod – kontrastní CT, magnetická rezonance (MRI) nebo PET (pozitronová emisní tomografie)/CT.

Radiační onkolog definuje ve snímcích cílové objemy:

GTV (Gross Tumor Volume) – objem nádoru prokazatelně určený diagnostickými zobrazovacími metodami nebo klinickým vyšetřením.

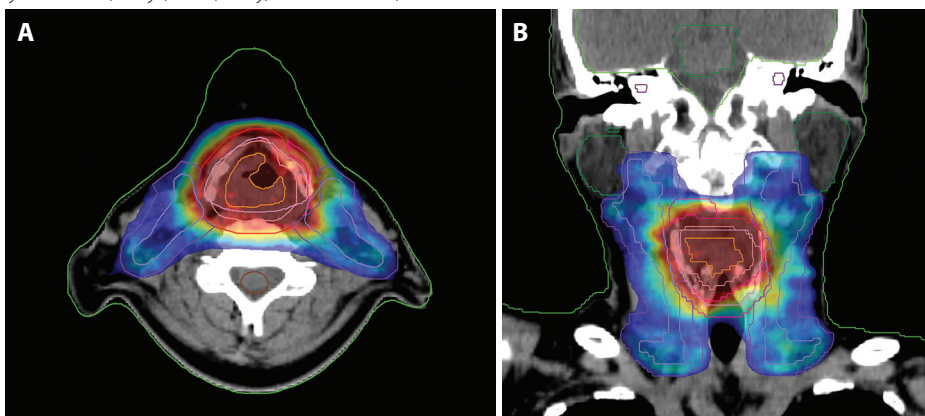
CTV (Clinical Target Volume) – anatomicko-klinický objem, který je definován jako GTV s lemem zahrnujícím oblast mikroskopického šíření nádoru a případně i se spádovými lymfatickými oblastmi. Při určování tohoto objemu jsou využívány doporučené postupy, je brána v úvahu invazivita tumoru a pravděpodobnost jeho šíření.

PTV (Planning Target Volume) – geometrický pojem, který kompenzuje nepřesnosti způsobené pohybem a změnou velikosti jednotlivých orgánů nebo nepřesností při nastavení pacienta. Vychází z přístrojových možností daného pracoviště i z praktických zkušeností.

OaR (Organs at Risk) – orgány a tkáně v okolí cílového objemu, jejichž radiosenzitivita musí být při plánování vzata v úvahu a může významně ovlivnit plánování léčby nebo předepsanou dávku na PTV (1).

Radiologický fyzik poté provede fyzikální výpočet plánu na podkladě dávkového

Obr. 1. Ozařovací plán pacientky s karcinomem laryngu T2N0M0, ozařovací technika VMAT-SIB, přístroj Versa HD (Elekta). Předepsaná dávka: tumor s lemem 69,96 Gy ($33 \times 2,12$ Gy), larynx 59,4 Gy ($33 \times 1,8$ Gy), spádová lymfatika 54,12 Gy ($33 \times 1,64$ Gy). A – axiální řez, B – koronární řez



předpisu na PTV a dávkových omezení (dose constraints) na oblast OaR (Obr. 1). Ozařovací plán je hodnocen z hlediska pokrytí cílového objemu předepsanou dávkou a vyhovujícího šetření rizikových orgánů.

Akutní a pozdní poradiační toxicita

Nežádoucí účinky rozlišujeme dle časového vztahu k provedení léčby na akutní, projevující se v průběhu ozařování a do tří měsíců po léčbě, a pozdní, které se rozvíjejí v odstupu měsíců nebo let po léčbě.

Akutní toxicita je rozdělována podle rozsahu projevů na systémovou a lokální. Systémové nežádoucí účinky se mohou projevit ve formě tzv. postradiačního syndromu – soubor subjektivních (apatie, únava, bolesti hlavy, nechutenství, nevolnosti) a objektivních (odchylky hladin krevního obrazu) změn. Příčiny jsou často multifaktoriální na podkladě účinku ionizujícího záření na organismus, roli hraje uvolnění katabolitů po rozpadu buněk nebo psychický stav pacienta. V rámci diferenciací diagnostiky je vhodné vyloučit jiné příčiny těchto obtíží (1).

Lokální toxicita je poměrně častá a projevuje se typickými nežádoucími účinky dle ozařované lokality – poruchy krevetvorby, radiodermatitida, alopecie, mukositida, ztráta chuti, xerostomie, nevolnosti, polakisurie, dysurie, průjem a další. Tyto projevy vznikají ve tkáních s vysokou proliferační aktivitou, kde jsou buňky hierarchicky uspořádány dle stupně diferenciace (tkáně typu H – hierarchické) – z kmenových buněk se vyvíjejí diferencované buňky (např. epitelová nebo hematopoetická tkáň). Intenzita těchto dějů

závisí na rychlosti obnovy kmenových buněk a jejich následného zrání do buněk diferencovaných (1). Projevy toxicity léčby zářením lze zmírňovat dodržováním režimových opatření pro ochranu kůže a sliznic a doporučenou podpůrnou léčbou (2, 3).

Pozdní toxicita po radioterapii se rozvíjí s odstupem měsíců nebo let a představuje zásadní komplikaci léčby. Jedná se o ireparabilní změny, které se v průběhu času zhoršují a výrazně narušují kvalitu života – proto je důležité minimalizovat riziko jejich vzniku při plánování radioterapie.

Projevy vznikají na podkladě změn v parenchymu, poruch pojivové tkáně (fibroprodukcce), změn v mikrovaskularizaci, působením inflamatorních cytokinů a dalšími mechanismy (1). Tkáně zodpovědné za rozvoj pozdních nežádoucích účinků jsou označovány jako typ F (flexibilní), v nichž se neodlišují proliferující a funkční buňky; buňky mohou zastávat tyto role dle okolností (vazivová nebo nervová tkáň).

V důsledku změny diferenciace fibroblastů vznikají fibrózy podkoží a jiné fibrotické změny v ozařovaném objemu. Dalšími projevy pozdní toxicity jsou: suchost sliznic, dysfagie, hypotyreóza, snížení sluchu, sterilita, sraštění močového měchýře, radionekróza (CNS, skelet), stenózy, ulcerace, píštěle, kognitivní deficit po ozaření CNS (zejména některých oblastí – hippocampus), neuropatie, osteoporóza a další (1).

Důležitou roli v rozvoji pozdních změn hraje změna endotelu drobných cév, což vede k omezenému přísunu živin a kyslíku a následnému rozvoji atrofie parenchymu orgánů. V cévní struktuře často dochází k rozvoji teleangiektázií, které mohou vést v oblasti sliznic