

# Onkologie v obrazech

## Fotonová radioterapie kraniospinální osy s využitím dávkových gradientů

Procházka T.<sup>1</sup>, Kazda T.<sup>2</sup>, Zitterbartová J.<sup>2</sup>, Komínek L.<sup>2</sup>, Dvořáček P.<sup>1</sup>, Francová D.<sup>2</sup>, Dvořák D.<sup>1</sup>, Šlampa P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Oddělení radiologické fyziky, Klinika radiační onkologie, Masarykův onkologický ústav, Brno

<sup>2</sup> Klinika radiační onkologie LF MU a Masarykův onkologický ústav, Brno

Ozařování kraniospinální osy je součástí léčebných protokolů po operačním řešení nádorů mozku u dětských a dospělých pacientů, které se dále šíří likvorovou cestou. Bezpečnost a kvalita ozařování významně závisí na technických možnostech ozařovačů, plánovacích systémů a erudici personálu.

Toto velkoobjemové ozáření se při použití konvenčních lineárních urychlovačů provádí kombinací více ozařovacích polí, a proto je z fyzikálního hlediska nutné provést tzv. rozmývání (feathering) dávky. Cílem je zajistit robustnost a bezpečnost ozařovacího plánu i v případě drobných nepřesností v nastavení či pohybu pacienta během ozařování.

Rozmývání dávky je principiálně možné interfrakčně nebo intrafrakčně. První přístup spočívá ve vytvoření několika (typicky třech) verzí ozařovacího

plánu, přičemž je v každé variantě plánu posouvána hranice styku sousedních polí. Slabou stránkou tohoto přístupu je potřeba simulace a nastavení každého dílčího plánu. Na našem pracovišti je nyní preferován druhý způsob, tedy intrafrakční přístup, který kombinuje dopředné a inverzní plánování. Potřebného rozmytí je dosaženo definovaným gradientem dávky v úsecích, kde se sousední pole překrývají. Pacient je ve všech frakcích ozařován stejným plánem.

Uvedená technika je prezentována na příkladu 28letého pacienta s nádorem mozečku. Pacient je v supinační poloze fixován v 5bodové masce s předpisem dávky na kraniospinální osu 20 × 1,8 Gy.

V první části procesu je naplánováno ozařování hlavy – izocentrický plán ze dvou latero-laterálních polí. Poloha izocentra je volena asi 10 cm nad úroveň

Práce byla podpořena MZ ČR – RVO (MOÚ, 00209805).

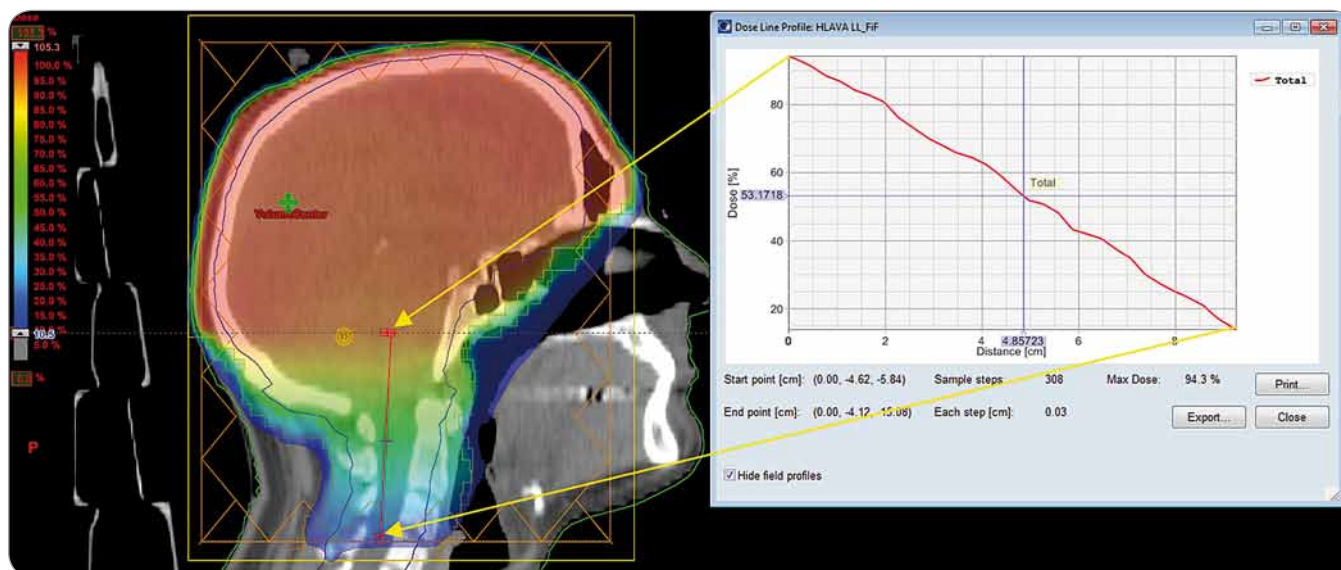
This work was supported by tze Czech Ministry of Health – RVO (MMCI, 00209805).



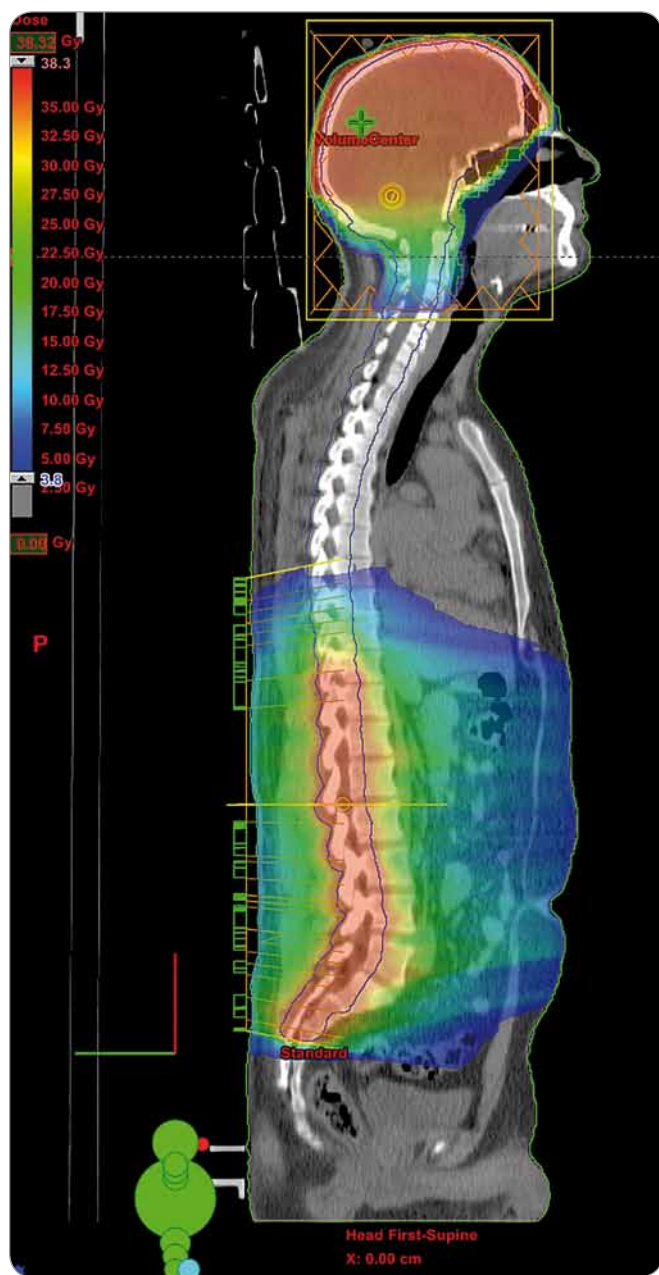
**MUDr. Tomáš Kazda**  
Klinika radiační onkologie  
LF MU a Masarykův onkologický ústav  
Žlutý kopec 7  
656 53 Brno  
e-mail: tomas.kazda@mou.cz

Obdrženo/Submitted: 9. 11. 2016

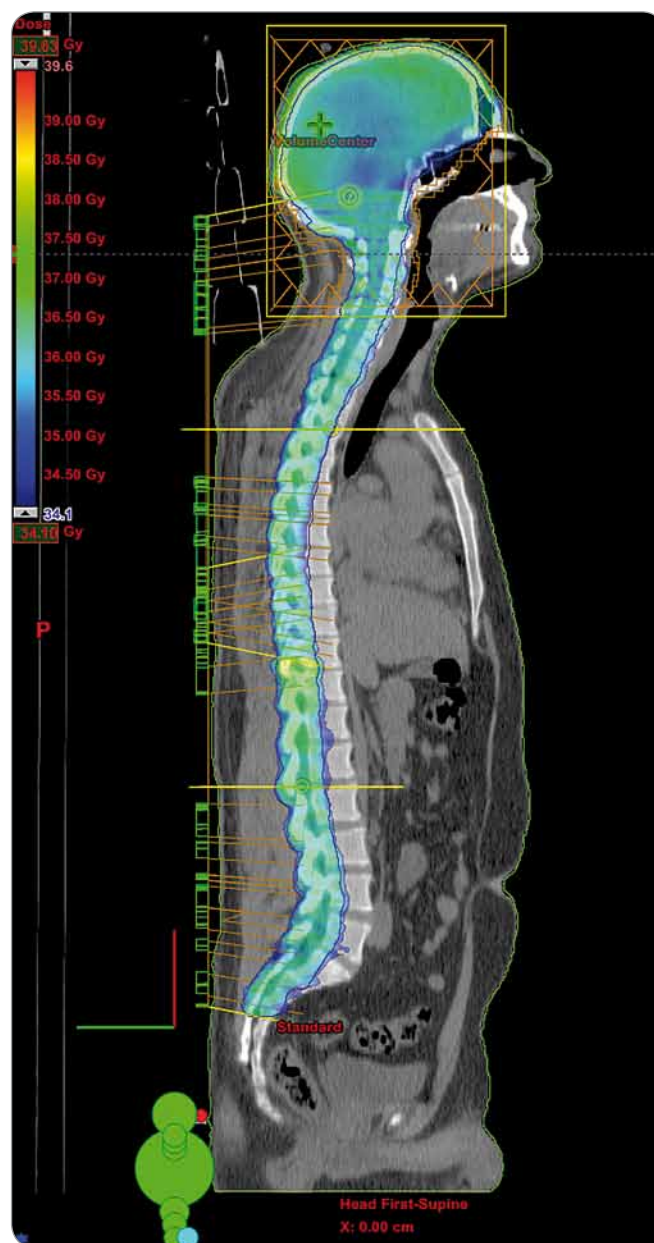
ramen. Od izocentra směrem ke kaudální hranici plánu je manuálně vytvořen dávkový spád se sklonem 45°, situace je znázorněna na obr. 1. Spádu je dosaženo



Obr. 1. Ozařovací plán „hlava“ s gradientem dávky.



Obr. 2. Součet plánů „hlava“ a „páteř spodní“.



Obr. 3. Výsledný součet ozařovacích plánů, zobrazení 95% izodózy.

postupným zavíráním vždy nejspodnějšího otevřeného páru lamel v obou protilehlých polích až do roviny izocentra. Z každé strany je tak vytvořeno 21 ozařovacích polí, která jsou na závěr sloučena do jednoho modulovaného pole.

V druhé části procesu plánování je vytvořen inverzním plánováním VMAT (volumetric arc therapy – radioterapie kyvem) plán na spodní část cílového objemu. V tomto plánu je potřebný dávkový spád modelován optimalizací na pomocné gradientní struktury. Vhodnou

volbou počtu těchto gradientních úseků a optimalizačních požadavků je opět dosaženo přibližně 45° sklonu na 10 cm úseku.

Součet těchto dvou plánů (obr. 2) poté slouží jako tzv. Base Dose Plan pro poslední plán. Clony pole v tomto posledním VMAT plánu jsou nastaveny tak, aby bylo zajištěno dostatečné překrývání v kraniálních i kaudálních oblastech gradientu. Fluence v tomto plánu je poté modulována tak, aby byla v oblastech překrývání dosažena potřebná dávka,

a jsou tedy vytvořené gradienty s opačným sklonem.

Výsledný plán a pokrytí 95% izodózou je znázorněno na obr. 3. Výhodou této techniky je odolnost plánu proti chybám nastavení a pohybům pacienta, které při polohování na tři různá izocentra nelze nikdy zcela vyloučit. Případné přezáření či podzáření v místech nesprávného překrývání jednotlivých polí tak nedosáhne netolerovatelných hodnot. Plán je vytvořen v plánovacím systému Varian Eclipse verze 11 pro lineární urychlovač Varian Clinac iX.