

## PRIMERJAVA INTENZITETNE MODULIRANE IN TRIDIMENZIONALNE KONFORMNE TEHNIKE OBSEVANJA TUMORJEV GLAVE IN VRATU

COMPARISON OF INTENSITY MODULATED RADIOTHERAPY TECHNIQUE AND THREE-DIMENSIONAL CONFORMAL RADIOTHERAPY TECHNIQUE FOR HEAD AND NECK TUMORS

**Petra Babič, Primož Strojjan, Gaber Plavc**

Onkološki Inštitut Ljubljana, Sektor radioterapije, Zaloška 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

Korespondenca: Petra Babič, mag. inž. rad. tehnol., E-naslov: pbabic@onko-i.si

Prejeto: 17.4.2015

Sprejeto: 28.5.2015

### IZVLEČEK

**Uvod:** Do sedaj najpogosteje uporabljeno 3D konformno tehniko obsevanja (3DCRT, angl. 3-Dimensional Conformal RadioTherapy) je v zadnjem obdobju nadomestila intenzitetno modulirana tehnika obsevanja IMRT (angl. Intensity Modulated RadioTherapy). Prednost te tehnike pred ostalimi je, da se lahko natančneje kontrolira razporeditev doze v obsevanem volumnu tkiva oz. da je obsevanje bolj konformno.

**Namen:** Namen dela je primerjati IMRT in 3DCRT obsevalne načrte. V ta namen smo ugotavljali morebitne razlike v dozni razporeditvi znotraj tarčnih volumnov in kritičnih struktur. Cilj je dokazati, da kritični organi pri obsevanju s tehniko IMRT prejmejo nižjo dozo, kot pri obsevanju s tehniko 3DCRT.

**Metode dela:** Izbrali smo 10 bolnikov, ki so bili v preteklosti zdravljeni s tehniko 3DCRT. Zanje smo naknadno izdelali še obsevalne načrte za IMRT, ki so bili analizirani in primerjani s 3DCRT obsevalnimi načrti s pomočjo dozno-volumskega histograma (DVH). Za ugotavljanje statistično pomembnih razlik med skupinama smo uporabili Studentov t test.

**Rezultati:** S tehniko IMRT je bila dosežena zastavljena dozna omejitev za desno parotidno žlezo pri 7 izmed 10 bolnikov, za levo pa pri 5. S 3DCRT je bila ta omejitev dosežena le pri enem bolniku in še to samo za eno (desno) parotidno žlezo ( $p < 0,05$ ). Z IMRT je bila dosežena ugodnejša razporeditev doze tudi v področju ustne votline ( $p < 0,05$ ). Hkrati je bilo ugotovljeno, da je dozna razporeditev v področju tarčnih volumnov pri obeh tehnikah podobna.

**Zaključek:** Rezultati kažejo, da je tehnika IMRT za obsevanje bolnikov s tumorji glave in vratu boljše izbira kot tehnika 3DCRT, saj občutno zmanjša dozo, ki jo prejmejo pomembne kritične strukture, medtem ko ni bistvenih razlik v dozi, ki jo prejmejo tarčni volumni.

**Ključne besede:** IMRT, 3DCRT, primerjava obsevalnih načrtov, tumorji glave in vratu

### ABSTRACT

**Introduction:** The most commonly used three-dimensional conformal radiotherapy (3DCRT) has recently been replaced by the intensity modulated radiotherapy (IMRT). The advantage of IMRT over other techniques is that it allows for a better control of dose distribution in the irradiated volume of tissue, thus making the irradiation more conformal.

**Purpose:** The purpose of the study was to compare IMRT and 3DCRT treatment plans. For this purpose, the differences in dose distributions within the target volumes and critical structures were explored. The aim was to demonstrate that critical organs receive a lower dose with IMRT than with 3DCRT.

**Methods:** Ten patients were selected who were treated with the 3DCRT technique in the past. Corresponding IMRT treatment plans were prepared and then analysed and compared with the 3DCRT treatment plans by using the dose-volume histogram (DVH). The Student's t test was used to determine the statistically significant differences between the two groups.

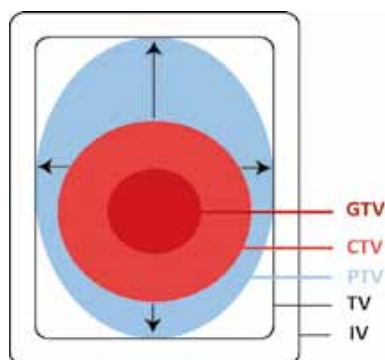
**Results:** By using the IMRT technique, we reached the planned dose limit for the right parotid gland in 7 of 10 patients and for the left parotid gland in 5 patients. In case of 3DCRT, the limit was reached in only one patient and only for one (right) parotid gland ( $p < 0.05$ ). The IMRT technique also produced better dose distribution in the area of oral cavity ( $p < 0.05$ ). At the same time it was found that the target coverage was similar in both techniques.

**Conclusion:** The results show that the IMRT technique is a better choice for treating patients with head and neck tumours than the 3DCRT technique, because it significantly reduces the dose received by the relevant critical structures while maintaining the target dose.

**Keywords:** IMRT, 3DCRT, treatment plan comparison, head and neck tumours

## UVOD IN NAMEN

Radioterapevt pri vrisovanju tarčnih volumnov (slika 1) in kritičnih struktur na CT rezine upošteva priporočila Mednarodne komisije za radiološke enote in meritve (ICRU, International Commission on Radiation Units and Measurements).



**Slika 1: Volumni v radioterapiji: GTV (Gross Tumor Volume), CTV (Clinical Target Volume), PTV (Planning Target Volume), TV (Treated Volume), IV (Irradiated Volume) (ICRU 50, 1993)**

Pri obsevanju tumorjev področja glave in vratu je trodimenzionalno konformno tehniko (3DCRT, Three Dimensional Conformal Radiotherapy) že nadomestila nova, naprednejša in kompleksnejša tehnika, imenovana intenzitetno modulirana tehnika obsevanja ali na kratko IMRT (Intensity Modulated Radiotherapy). Tarčo obsevamo iz več različnih smeri, pri čemer s stopenjskim ali kontinuiranim premikanjem lističev kolimatorja linearnega pospeševalnika znotraj posameznega polja ustvarjamo manjša področja, ki so obsevana z različno dozo. Pravimo, da s tem spreminjamo intenzivnost žarkovnega snopa, kar se kaže v doseganju (še) boljše konformnosti izodozne porazdelitve in hkrati učinkovitejšem ščitenu kritičnih struktur v okolici tarče (Khan, 2010).

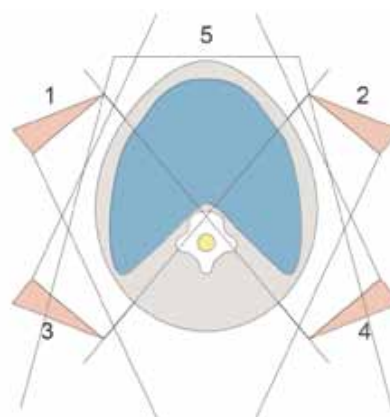
Namen raziskave je primerjava IMRT in 3DCRT obsevalnih načrtov obsevanja raka v področju glave in vratu na Onkološkem inštitutu v Ljubljani. Cilj je dokazati, da je tehnika IMRT v primeru tumorjev glave in vratu boljše izbira za bolnika kot tehnika 3DCRT.

## METODE DELA

V prvem delu smo izbrali 10 bolnikov z neoperabilnim ploščatoceličnim karcinomom v področju glave in vratu, ki so že bili zdravljeni z obsevanjem s tehniko 3DCRT in zanje izdelali še obsevalne načrte za obsevanje s tehniko IMRT. Za izdelavo obsevalnih načrtov smo uporabili načrtovalni sistem XiO (Elekta, Švedska).

Vseh 10 bolnikov, vključenih v raziskavo, je bilo obsevanih po načelih tehnike ConPas (CONformal PAratid-Sparing Technique). Slika 2 prikazuje razporeditev polj pri tej tehniki. Polje 5, ki je usmerjeno od spredaj, zajema ves tarčni volumen,

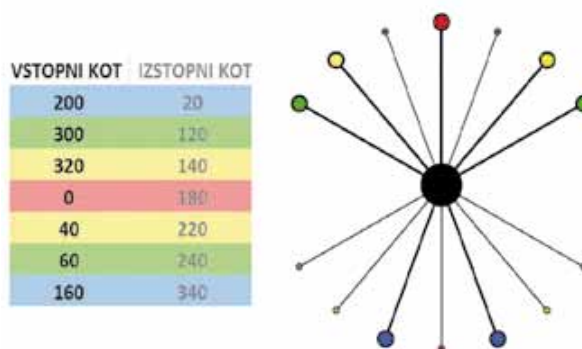
polji 2 in 3 sta izmenično zaprti do polovice, tako da se stikata v izocentru (središču tarčnega volumna); podobno se stikata polji 1 in 4 (Wiggenraad et al., 2005).



**Slika 2: Razporeditev obsevalnih polj pri tehniki ConPas: (Hudej in sod., 2013)**

Bolniki so prejeli 35 frakcij, 1 frakcijo na dan. Vsak PTV (Planning Target Volume – planirani tarčni volumen) je bil obsevan posebej (PTV1 = 25 × 2 Gy, nato PTV2 = 5 × 2 Gy in na koncu še PTV3 = 5 × 2 Gy), medtem ko v primeru tehnike IMRT vse označene PTV obsevamo hkrati, uporabljamo tehniko simultanege integriranega dodatka k dozi ali SIB (Simultaneous Integrated Boost) (PTV1 = 35 × 1,6 Gy + PTV2 = 35 × 1,8 Gy + PTV3 = 35 × 2 Gy).

Slika 3 prikazuje razporeditev polj pri tehniki IMRT.



**Slika 3: Postavitev obsevalnih polj pri tehniki IMRT (Hudej in sod., 2013)**

Večina kritičnih struktur v neposredni bližini tumorja ima dosti nižjo tolerančno dozo od predpisane doze za tumor – tarčo. To je potrebno upoštevati pri izdelavi obsevalnega načrta. Tabela 1 navaja kritične strukture v predelu glave in vratu z doznimi omejitvami (Hudej in sod., 2013). Opisane so le tiste kritične strukture, ki so analizirane v poglavju rezultati.

Tabela 1: Kritične strukture v predelu glave in vratu z doznimi omejitvami (Hudej in sod., 2013)

KRITIČNA STRUKTURA in OMEJITEV
<b>HRBTENJAČA</b> $EQD_{max} < 50$ Gy: maksimalna ekvivalentna doza sevanja naj bo nižja od 50 Gy. (Ekvivalentna doza EQD je doza, ki jo kritični organ prejme pri režimu obsevanja z 2 Gy na frakcijo.) in $V_{EQD 45 Gy} < 1$ cm <sup>3</sup> : največ 1 cm <sup>3</sup> volumna sme prejeti ekvivalentno dozo sevanja večjo od 45 Gy.
<b>MOŽGANSKO DEBLO</b> $V_{EQD 54 Gy} < 1\%$ : največ 1% volumna sme prejeti ekvivalentno dozo sevanja večjo od 54 Gy.
<b>PAROTIDNA ŽLEZA</b> $D_{50\%} < 30$ Gy: vsaj 50 % volumna naj bo na nominalni dozi sevanja nižji od 30 Gy ali $D_{mean} < 26$ Gy: povprečna vrednost nominalne doze naj bo nižja od 26 Gy.
<b>USTNA VOTLINA</b> $D_{max} < 50$ Gy: maksimalna nominalna doza sevanja naj bo nižja od 50 Gy.

V drugem delu smo IMRT obsevalne načrte analizirali in primerjali s 3DCRT obsevalnimi načrti s pomočjo dozno-volumskih histogramov (DVH). DVH prikazuje porazdelitev doze v tkivu v obliki krivulje, ki kaže, kolikšen delež neke strukture prejme določeno dozo (Strojani, 2003). Primerjali smo porazdelitev 95% izodoze v predhodno označenih tarčnih volumnih in kritičnih strukturah.

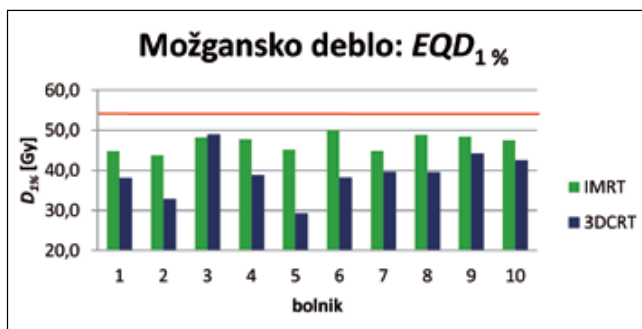
Iz načrtovalnega sistema XiO smo izvozili DVH v tabelarni obliki. Za obdelavo rezultatov smo uporabili osnovne statistične teste (povprečje in standardna napaka) in t test za dva odvisna vzorca. Za obdelavo rezultatov smo uporabili program Excel Microsoft Office 2007.

## REZULTATI

Rezultati so prikazani v obliki tabel in slik diagramov.

### Možgansko deblo

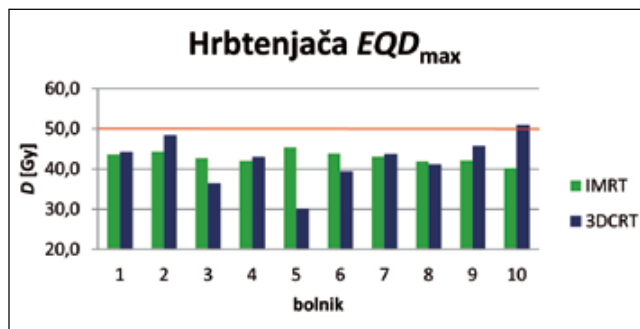
Omejitev doze za možgansko deblo: največ 1% volumna možganskega debla je lahko obsevan z ekvivalentno dozo, večjo od 54 Gy. Rezultate prikazuje slika 4.



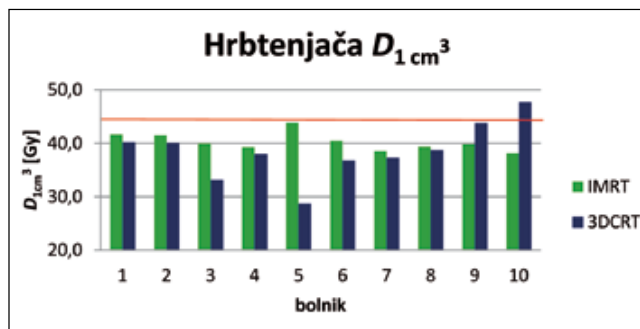
Slika 4: Najvišja ekvivalentna doza, ki jo prejme 1% dela možganskega debla (z rdečo črto je označena dozna omejitev za možgansko deblo)

### Hrbtenjača

Ugotavljali smo najvišjo absorbirano ekvivalentno dozo (EQD2) in kolikšna je bila doza najbolj obsevanega cm<sup>3</sup> volumna hrbtenjače. Sliki 5 in 6 povzemata vrednosti teh dveh parametrov za obe tehniki obsevanja.

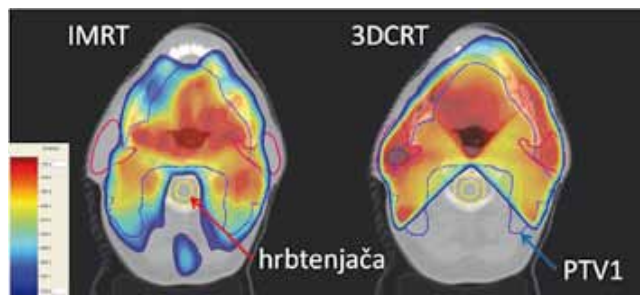


Slika 5: Maksimalna ekvivalentna doza v hrbtenjači (z rdečo črto je označena dozna omejitev za hrbtenjačo)



Slika 6: Doza, ki jo prejme najbolj obsevan 1 cm<sup>3</sup> volumna hrbtenjače (z rdečo črto je označena dozna omejitev za hrbtenjačo)

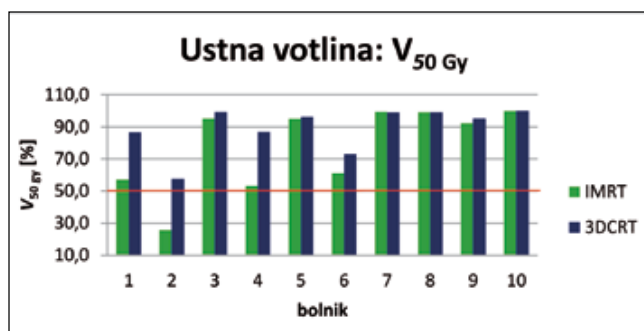
Slika 7 prikazuje porazdelitev 95% izodoze (modra barva) okoli hrbtenjače in tarčnega volumna PTV1 pri obeh tehnikah obsevanja.



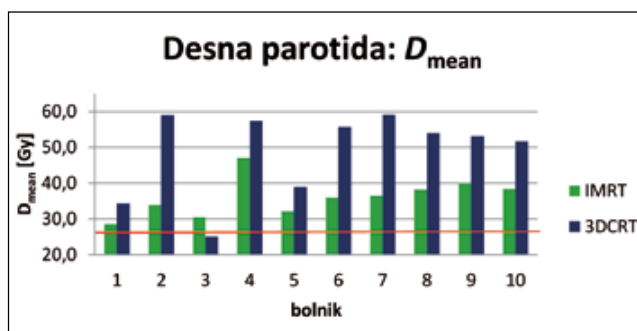
Slika 7: Porazdelitev 95% izodoze (modra barva) okoli hrbtenjače in PTV1

### Ustna votlina

Pri ustni votlini smo ugotavljali V50 – volumen ustne votline, ki je bil obsevan z dozo enako ali višjo od 50 Gy. Na sliki 8 prikazujemo delež volumna ustne votline, ki prejme dozo 50 Gy in več.



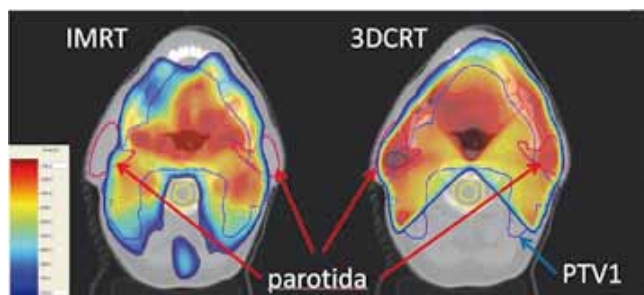
Slika 8: Delež volumna ustne votline, ki prejme 50 Gy in več (z rdečo črto je označena dozna omejitev za ustno votlino)



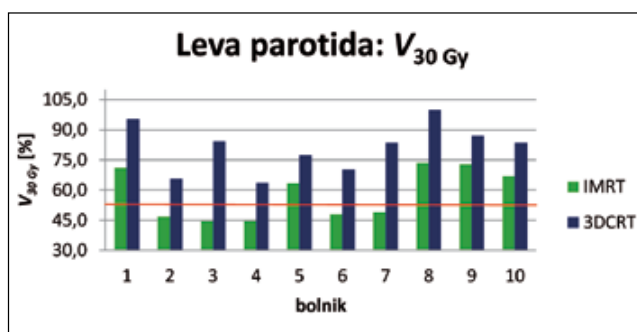
Slika 11: Povprečna doza, ki jo prejme volumen desne parotidne žleze (z rdečo črto je označena dozna omejitev za parotidne žleze)

### Parotidni žlezi

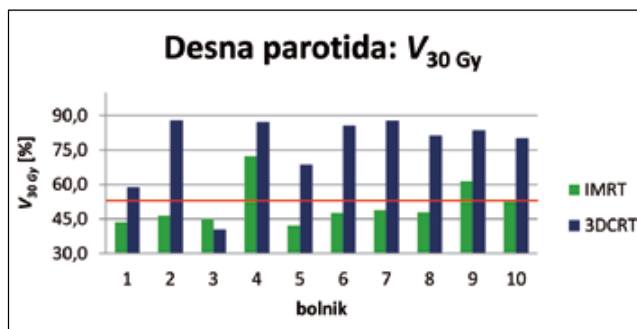
Pri parotidnih žlezah smo beležili količini  $V_{30}$  in  $D_{\text{mean}}$ . Prva nam poda informacijo o prostornini žleze, ki prejme dozo, večjo od 30 Gy, druga pa informacijo o povprečni dozi v parotidni žlezi (vsaki posebej). Slika 9 prikazuje porazdelitev 95% izodoze (modra barva) v področju parotidnih žlez pri eni in drugi tehniki. Slike 10–13 prikazujejo rezultate, ki kažejo, da so pri IMRT tehniki parotidne žleze obsevane z nižjo dozo.



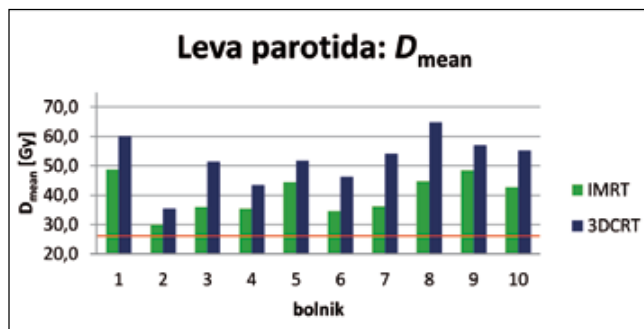
Slika 9: Porazdelitev 95% izodoze (modra barva) v področju parotidnih žlez



Slika 12: Delež volumna leve parotidne žleze, ki prejme 30 Gy in več (z rdečo črto je označena dozna omejitev za parotidne žleze)



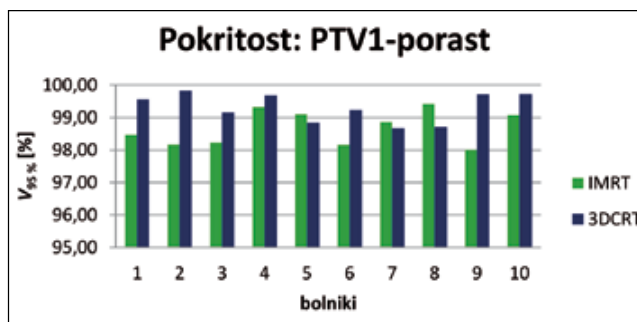
Slika 13: Delež volumna desne parotidne žleze, ki prejme 30 Gy in več (z rdečo črto je označena dozna omejitev za parotidne žleze)



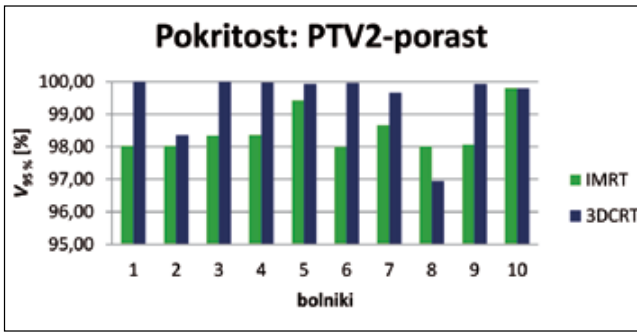
Slika 10: Povprečna doza, ki jo prejme volumen leve parotidne žleze (z rdečo črto je označena dozna omejitev za parotidne žleze)

### Pokritost tarčnega volumna PTV

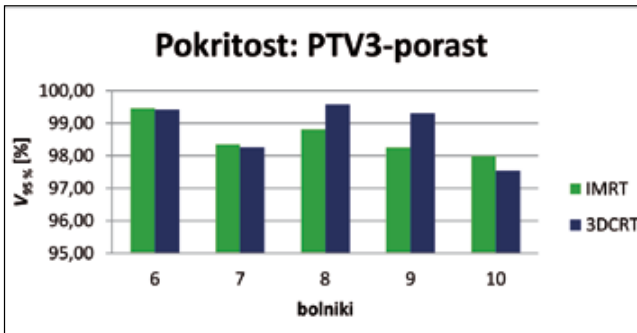
Slike 14–16 prikazujejo pokritost s 95% izodozo za vse vrisane PTV, od katerih smo odšteli področje doznega porasta (PTV-porast).



Slika 14: Pokritost tarčnega volumna PTV1-porast



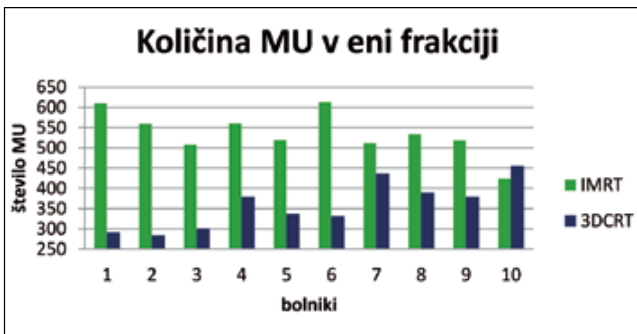
Slika 15: Pokritost tarčnega volumna PTV2-porast



Slika 16: Pokritost tarčnega volumna PTV3-porast

### Čas obsevanja

Govorimo o času obsevanja ene frakcije. Na sliki 17 je čas obsevanja izražen v monitorskih enotah oz. MU (Monitor Unit).



Slika 17: Število MU na frakcijo

### Povzetek rezultatov in analitična statistika

Tabeli 2 in 3 prikazujeta povzetek rezultatov za vseh 10 bolnikov, za vsako ocenjevano strukturo in obsevalno tehniko posebej, tabela 4 pa statistično primerjavo rezultatov med 3DCRT in IMRT.

Tabela 2: Dosežene dozne omejitve za kritične strukture in predpisana prejeta doza (povprečje in standardna napaka) za PTV

		IMRT	3DCRT
struktura	omejitev	povprečje ± SD (%)	povprečje ± SD (%)
hrbtenjača	$EQD_{max} < 50 \text{ Gy}$	42,93 ± 1,46	42,31 ± 6,02
	$1cc_{EQD2} < 45 \text{ Gy}$	40,26 ± 1,70	38,46 ± 5,24
možg. deblo	$D_{1\%} < 54 \text{ Gy}$	46,96 ± 2,12	39,20 ± 5,50
parotida L	$V_{30 \text{ Gy}} < 50 \%$	58,12 ± 12,54	81,09 ± 11,99
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	40,16 ± 6,49	51,93 ± 8,51
parotida D	$V_{30 \text{ Gy}} < 50 \%$	50,84 ± 9,32	76,12 ± 15,66
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	36,14 ± 5,30	48,83 ± 11,81
ustna votlina	$D_{max} < 50 \text{ Gy}$	77,82 ± 26,38	89,33 ± 13,99
PTV1-porast	$V_{95\%} > 98 \%$	98,69 ± 0,54	99,31 ± 0,45
PTV2-porast	$V_{95\%} > 98 \%$	98,48 ± 0,64	99,46 ± 1,01
PTV3-porast	$V_{95\%} > 98 \%$	98,58 ± 0,58	98,82 ± 0,88

SD – standardni odklon

Tabela 3: Število bolnikov, ki so dosegli zastavljeni kriterij za posamezno kritično strukturo

struktura	omejitev	IMRT	3DCRT
hrbtenjača	$EQD_{max} < 50 \text{ Gy}$	10/10	9/10
	$1cc_{EQD2} < 45 \text{ Gy}$	10/10	9/10
možg. deblo	$V_{EQD 54 \text{ Gy}} < 1 \%$	10/10	10/10
parotida L	$D_{50\%} < 30 \text{ Gy}$	5/10	0/10
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	0/10	0/10
parotida D	$D_{50\%} < 30 \text{ Gy}$	7/10	1/10
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	0/10	1/10
ustna votlina	$D_{max} < 50 \text{ Gy}$	1/10	0/10

**Tabela 4: Statistična primerjava dozimetričnih rezultatov 3DCRT in IMRT s Studentovim t testom (statistično je razlika značilna pri vrednosti  $p < 0,05$ )**

struktura	omejitev	p vrednost
hrbtenjača	$EQD_{max} < 50 \text{ Gy}$	0,78
	$1cc_{EQD2} < 45 \text{ Gy}$	0,40
možg.deblo	$V_{EQD 54 \text{ Gy}} < 1 \%$	0,00
parotida L	$D_{50\%} < 30 \text{ Gy}$	0,00
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	0,00
parotida D	$D_{50\%} < 30 \text{ Gy}$	0,00
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	0,00
ustna votlina	$D_{max} < 50 \text{ Gy}$	0,03
PTV1 – porast	$V_{95\%} > 98 \%$	0,04
PTV2 – porast	$V_{95\%} > 98 \%$	0,01
PTV3 – porast	$V_{95\%} > 98 \%$	0,45

## RAZPRAVA

Pri možganskem deblu smo dosegli postavljeno omejitev doze pri obeh tehnikah obsevanja in vseh bolnikih (slika 4).

Tako kot pri možganskem deblu, smo tudi pri hrbtenjači dosegli obe zastavljeni omejitvi doze, pri obeh tehnikah obsevanja, pri devetih izmed desetih obravnavanih bolnikov (sliki 5 in 6). Izjema je bolnik št. 10, kjer je hrbtenjača med 3DCRT obsevanjem prejela 51 Gy (EQD2) in sicer v 0,69% volumna hrbtenjače. Če bi ob izdelavi obsevalnega načrta za tega bolnika v celoti upoštevali omejitve, bi tarčni volumni ne prejeli predpisane doze. Vzrok za to, da je bil odklon od zastavljenega cilja privzet kot sprejemljiv, je bila ocena odgovornega radioterapevta, ki je presodil, da je tveganje za nastanek okvare hrbtenjače (transverzalnega mielitisa) manjše kot verjetnost, da bo po obsevanju zaradi poddoziranja tarčnih volumnov prišlo do ponovitve bolezni. Bolnik št. 10 zaradi tega kasneje po obsevanju ni imel nobenih težav, ki bi jih lahko povezali z okvaro hrbtenjače.

Pri tehniki IMRT lahko vidimo, da nekatere izodozne krivulje dokaj natančno zaobidejo obliko hrbtenjače (slika 7), pri čemer ne prihaja do poddoziranja PTV. V primeru 3DCRT pa na račun ščitenja hrbtenjače dopustimo, da je PTV v spodnjem delu poddoziran. To je tudi razlog, da je pri nekaterih bolnikih  $EQD_{max}$  hrbtenjače nižji pri tehniki 3DCRT kot pri IMRT, saj je pri prvi hrbtenjača povsem izvzeta iz obsevalnih polj.

Pri ustni votlini je omejitev  $V_{50} < 50\%$  presežena pri obeh tehnikah obsevanja (slika 8). Kljub temu se je tehnika IMRT izkazala kot bolj ugodna za bolnika. Delež volumna ustne votline, ki prejme 50 Gy ali več je pri štirih izmed desetih bolnikov statistično pomembno nižji ( $p < 0,05$ ), kot če bi bili ti bolniki obsevani z 3DCRT.

Pri vrednotenju dozimetričnih rezultatov v ustni votlini se je potrebno zavedati, da so možnosti zaščite tega področja v

pretežni meri odvisne od umestitve tumorja – tarče: če se ta nahaja v ustni votlini ali v njeni neposredni bližini, zaželene stopnje zaščite ustne votline ni mogoče doseči z nobeno izmed obsevalnih tehnik, saj bi s tem nekritično znižali dozo s katero bo obsevan tumor – tarča.

Parotidni žlezi sta kritični strukturi, ki sta pri IMRT prejeli znatno nižjo dozo, kot pri tehniki 3DCRT ( $p < 0,05$ ). Z IMRT lahko obsevamo PTV v okolici parotide s (še) ustrezno dozo, ne da bi le-to obsevati prekomerno (slika 9). Nasprotno pa pri 3DCRT vidimo, da sta parotidi obsevani s praktično isto dozo kot PTV.

Naši rezultati kažejo (slika 10–13), da smo – po pričakovanjih – pri parotidnih žlezah s tehniko IMRT dosegli to, kar so v svojih raziskavah potrdili tudi že Cozzit et al. (2004), Braam et al. (2006) in Nutting et al. (2011), in sicer, da s tehniko IMRT parotidno žlezo lahko ustrezno zaščitimo pred previsoko dozo. Pri sedmih izmed deset bolnikov v raziskavi smo zadostili zastavljeni dozni omejitvi za desno parotidno žlezo in pri petih za levo. Pri 3DCRT smo to omejitev dosegli le pri enem bolniku in še to le pri desni parotidni žlezi ( $p < 0,05$ ).

Bolniki, ki so obsevani s tehniko IMRT, imajo po zaključku obsevanja bistveno manj težav s kserostomijo (sindrom suhih ust): ta se sicer lahko pojavlja kljub obsevanju parotidnih žlez z ustrezno nizko dozo, vendar je blažje stopnje, kar je ključnega pomena za kakovost nadaljnega življenja. To so v prospektivni randomizirani raziskavi faze 3 potrdili tudi Nutting et al. (2011), ki so pri bolnikih obsevanih s tehniko IMRT ugotovili statistično značilno manj primerov kserostomije stopnje 2 ali več, kot v skupini, ki je bila obsevana s tehniko 3DCRT.

Za prikaz pokritosti volumna PTV-porast smo se odločili, ker je PTV pri večini bolnikov segal izven kožnega obrisa bolnika. Rezultati kažejo (slike 14 – 16), da je pokritost tarčnih volumnov z dozo pri obeh tehnikah znotraj zahtev protokola.

Pri tehniki 3DCRT smo se držali zahteve, da je s 95% izodozo pokrit ves volumen PTV. Pri posameznem bolniku smo po predhodnem dogovoru z odgovornim radioterapevtom PTV na za ponovno rast tumorja klinično manj pomembnih mestih tudi poddozirali zaradi še boljšega ščitenja hrbtenjače. Končna odločitev o tovrstnem kompromisu je bila vedno radioterapevtova, presojal je tveganje za ponovitev bolezni na eni in za okvaro hrbtenjače ali druge pomembne strukture (npr. parotidne žleze) na drugi strani.

Pri tehniki IMRT smo za pokritost tarčnega volumna postavili pogoj, da je 98% volumna PTV1-porast pokritega s 95% predpisane doze, kar smo dosegli pri vseh 10 bolnikih. Enako velja za PTV2-porast in PTV3-porast.

Dozna razporeditev okoli PTV je pri tehniki IMRT tudi veliko bolj konformna kot pri 3DCRT, kar je jasno razvidno iz poteka izodoznih krivulj.

Pri primerjavi časa obsevanja z eno in drugo tehniko smo ugotovili, kot že mnogi pred nami, da je ta pri tehniki IMRT precej daljši kot pri 3DCRT (slika 17). Vzrok je v večjem številu segmentov znotraj posameznega obsevalnega polja. To

dejstvo pa zaradi prednosti dozne porazdelitve, ki jih ima IMRT in posledično ugodnega vpliva na kakovost bolnikovega življenja pri kliničnem delu, zanemarjamo.

in head and neck cancer (PARSPORT): a phase 3 multicentre randomised controlled trial. *Lancet Oncol.* Feb 2011; 12(2): 127–36

## ZAKLJUČEK

Če povzamemo rezultate opravljenih analiz, lahko po pričakovanjih potrdimo dozimetrične prednosti IMRT pred 3DCRT. Dokazali smo, da so z uvedbo IMRT v postopek zdravljenja slovenski bolniki s tumorji glave in vratu danes deležni bolj kakovostnega zdravljenja kot v preteklosti, ko so bili obsevani s 3DCRT. Pri obeh tehnikah je pokritost tarče primerljiva, prav tako tudi obsevanje hrbtenjače in možganskega debla, medtem ko je doza, ki jo prejme ustna votlina in predvsem parotidni žlezi mnogo nižja.

## LITERATURA

Braam PM, Terhaard CHJ, Roesink JM, Raaijmakers CPJ (2006). Intensity-modulated radiotherapy significantly reduces xerostomia compared with conventional radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006, 66(4): 975–80.

Cozzit L, Fogliata A, Bolsi A (2004). Three-dimensional conformal vs. Intensity-modulated radiotherapy in head-and-neck cancer patients: comparative analysis of dosimetric and technical parameters. *Int J Radiat Oncol*, 58(2): 617–24.

Hudej R, Strojnik A, Strojan P in sod. (2013). Protokol za načrtovanje obsevanja s tehniko IMRT v XiU in Focalu in Protokol za načrtovanje obsevanja ORL področja s tehniko IMRT. Interno gradivo. Onkološki inštitut Ljubljana, Oddelek za radioterapijo, 2013.

International Commission of Radiation Units and Measurements, (1993). ICRU Report 50. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. Bethesda MD: International Commission of Radiation Units and Measurements.

International Commission on Radiation Units and Measurements, (1999). ICRU REPORT 62: Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50). Bethesda MD: International Commission of Radiation Units and Measurements.

Khan FM, (2010). *The Physics of Radiation Therapy*. 4th ed. Baltimore MD: Lippincott Williams & Wilkins.

Nutting CM, Morden JP, Harrington KJ et al. (2011). Parotid-sparing intensity modulated versus conventional radiotherapy in head and neck cancer (PARSPORT): a phase 3 multicentre randomised controlled trial. *Lancet Oncol* 12(2): 127–36.

Wiggenraad R, Mast M, Van Santvoort J, Hoogendoorn M, Struikmans H (2005). ConPas: a 3-D Conformal Parotid Gland-Sparing Irradiation Technique for Bilateral Neck Treatment as an Alternative to IMRT. *Strahlenther Onkol* 181(10): 673–82.

Nutting CM, Morden JP, Harrington KJ et al., (2011). Parotid-sparing intensity modulated versus conventional radiotherapy