

Strokovni članek

Con Pas: 3-D KONFORMNA OBSEVALNA TEHNIKA PODROČJA GLAVE IN VRATU, KOT ALTERNATIVA IMRT-ju

Con Pas: 3-D CONFORMAL IRRADIATION TECHNIQUE FOR HEAD&NECK TREATMENT
AS AN ALTERNATIVE TO IMRT

Nevenka Čuk, dipl. inž. rad. - dozimetrist, Matevž Mlekuž, dipl. inž. rad. - dozimetrist,
Onkološki inštitut, oddelek za radiofiziko, Zaloška 2, 1000 Ljubljana
mmlekuz@onko-i.si

POVZETEK

Uporaba novih konformnih obsevalnih tehnik (3-D konformna radioterapija ali intenzitetno modulirana radioterapija - IMRT) vedno znova predstavlja izziv v želji po dodelitvi primernih tarčnih doz in sočasne zaščite zdravega okolnega tkiva. Regionalna anatomija in biološke značilnosti tumorjev področja glave in vratu dodatno otežijo načrtovanje obsevanja in optimizacijo obsevalnega plana. IMRT se omenja (Lee, 2007) kot najpogosteje uporabljena obsevalna tehnika, pri bolnikih, pri katerih so v obsevalno polje vključene vratne bezgavke obeh strani. Alternativa IMRT je relativno enostavna Con Pas tehnika, ki omogoča enako dozno pokritost primarnega tumorja in vratnih bezgavk obojestransko ter obenem ustrezno zaščito hrbtenjače.

Ključne besede: tumorji glave in vratu, 3-D konformna radioterapija, Con Pas tehnika

ABSTRACT

The use of conformal radiotherapy (3-Dimensional Conformal Radiation Therapy, or Intensity Modulated Radiation Therapy - IMRT) poses new challenges for delivering intended target dose while minimising dose to normal structures.

The anatomy and biological behaviour of head and neck tumors are making the treatment planning and optimization of treatment plan difficult. Intensity modulated radiotherapy (IMRT) is used in most reported techniques for bilateral neck irradiation. An alternative to IMRT is a relatively simple conformal technique Con Pas, which enables adequate coverage of primary tumor and bilateral neck nodes, while keeping the dose to the spinal cord within the tolerance.

Key Words: head and neck cancer, 3-D conformal radiotherapy, Con Pas technique.

1 UVOD

V tem prispevku bosta predstavljeni dve različni tehniki obsevanja tumorjev glave in vratu, ki ju uporabljamo na našem inštitutu in sicer:

- 3-D konvencionalna obsevalna tehnika in
- 3-D konformna obsevalna tehnika Con Pas.

Anatomija glave in vratu je kompleksna. Veliko kritičnih struktur, potrebnih za osnovne fiziološke funkcije, kot so govor, dihanje, hranjenje, leži znotraj majhnega volumna.

Tumorske mase navadno ležijo v neposredni bližini kritičnih organov, njihove biološke lasnosti, agresivnost, infiltrativnost in pogosto rezistentnost na kemoterapijo, dodatno otežijo načrtovanje obsevanja in njegovo izvedbo. Za zdravljenje tovrstnih tumorjev so potrebne tumorske doze med 68 in 70 Gy. Te doze presegajo toleranco zdravega okolnega tkiva, kar povzroča nepopravljive kasne posledice in nižjo kvaliteto življenja bolnikov po obsevanju (ESTRO, Dublin 2007).

Zdrava okolna tkiva se delijo na hitro odzivna (epiteljno in hematopoetsko tkivo), katerih reakcije so najintenzivnejše med zdravljenjem in 20 - 40 dni po koncu zdravljenja in kasno odzivna (endoteljno, živčno tkivo ter parenhimsko tkivo), katerih verjetnost le-teh narašča z prekoračitvijo mejne doze (Steel, 2002).

Radioterapija napredovalnih oro in hipofaringealnih tumorjev pogosto zahteva obsevanje konkavnih (podkvasto oblikovanih) planirno tarčnih volumnov (PTV).

Konvencionalno obsevanje tumorjev glave in vratu, kjer klinični volumen zajema vratne bezgavke na obeh straneh, se navadno izvaja s postavitvijo lateralnih obsevalnih polj ter anterioposteriornega (AP) polja, ki zajame supraklavikularno regijo. Primarni cilj te tehnike je primerna dozna pokritost tarčnega volumna in pravočasna zaščita hrbtenjače (pri dozi 46 - 48 Gy). Posteriorne vratne bezgavke se obsevajo z elektronskimi polji. Tehnika stikajočih se fotonjskih in elektronskih polj povzroča dozne nehomogenosti, včasih pa je tudi tehnično neizvedljiva. 3-D konformno obsevalno tehniko Con Pas se uporablja pri pacientih s tumorji področja glave in vratu, katerih klinično tarčni volumen (CTV) zajema obojestranske vratne bezgavke, ki jih je potrebno obsevati s skupno dozo 50 - 56 Gy, primarni tumor (GTV) pa prejme skupno tumorsko dozo 70 Gy.

Konformno obsevanje s Con Pas tehniko zajema celoten tarčni volumen, sočasno omeji dozo na hrbtenjačo in s tem prihrani obsevanje posteriornih vratnih bezgavk z elektronskimi polji (Wineggard, 2005).

2 METODE IN MATERIALI

Prestavili bomo postopek priprave pacienta na obsevanje glave in vratu, izdelavo planov ter primerjavo izdelanih planov pri obsevanju pacientov s 3-D konvencionalno tehniko in 3-D konformno obsevalno tehniko Con Pas.

Pozicioniranje pacienta in CT-skeniranje

Pacient leži v anteroposteriorni legi, imobiliziran je s termoplastično masko, ki je pripeta na karbonsko podlago in sega preko ramen. CT prerezi so posneti v razmaku 3 mm



Slika 1: Lega in fiksacija pacienta s termoplastično masko.

(slika 1).

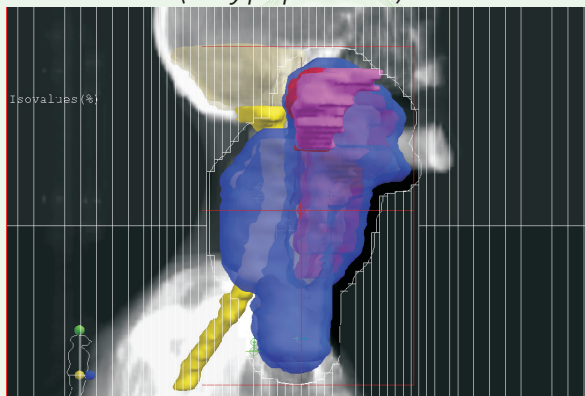
Tarčni volumni

Radioterapevt na posamezne CT-prereze vriše naslednje volumne:

- GTV (Gross Tumor Volume), ki zajema primarni tumor ali metastaze. GTV-ja ni možno določiti, če je bil tumor predhodno kirurško odstranjen.
- CTV (Clinical Target Volume), ki zajema GTV in potencialna makroskopska in mikroskopska pota širjenja bolezni.
- PTV (Planirno Tarčni Volumen), ki zajema CTV in vključuje potencialno premikanje organa (IM - Internal Margin) in dnevna odstopanja v nastavitvi pacienta (SM - Set up Margin) (ICRU 62 2002).

Poleg tarčnih volumnov radioterapevt vriše tudi kritične organe, katerih tolerančna doza je navadno nižja od skupne tumorske doze (slika 2):

- hrbtenjača (46 – 48 Gy)
- optični živec, chiasma (50 Gy)
- žleze slinavke (26 Gy povprečne doze)



Slika 2: Tarčni volumni (GTV, CTV, PTV) in kritični organi (hrbtenjača, obušesni slinavki).

Planirna tehnika

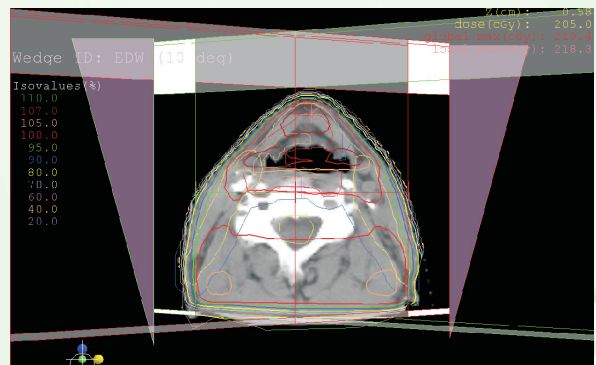
Za pacienta sta bila narejena konvencionalni 3-D plan in Con Pas plan. Namen načrta obsevanja je homogenizacija doze med -5% in $+7\%$. Dopušča se »vroče točke« do $+15\%$. Pri pacientih kjer sega CTV v build-up področje se uporabi bolus debeline 5 mm. Bolus je material, katerega gostota je ekvivalentna tkivu. Bolus reducira penetracijo elektronov v

tkivu in posledično se doza na površini kože poveča. Načrtovanje obsevanja se izvaja na 3-D planirnem sistemu XiO - CMS (www.cms-stl.com).

Konvencionalna 3-D tehnika

PTV zajemata dve izocentrični opozitni lateralni obsevalni polji (270° , 90°), supraklavikularno regijo, kaudalni del PTV-ja pa zajema AP in po potrebi tudi PA polje. Prostor med opozitnima in AP poljem preprečuje stik polj na površini pacienta in predoziranje kože in podkožja. 95 – 107% izodoza zajema poleg tarčnih volumnov tudi kritične organe, kot je npr. hrbtenjača (Dobs, 1999).

Po doseženi tolerančni dozi na hrbtenjačo, jo zaščitimo, pacient pa nadaljuje obsevanje z zmanjšanim poljem; preostanek vratnih bezgavk se obseva z elektronskim poljem



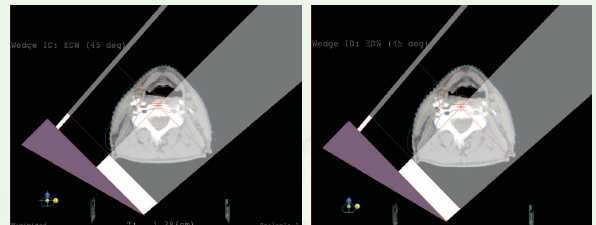
Slika 3: Konvencionalna tehnika dveh opozitnih polj in izodozna porazdelitev.

(slika 3).

Con Pas 3-D tehnika

Ta tehnika omogoča obsevanje podkvasito oblikovanih PTV v področju glave in vratu. Osnova zanjo so štiri polovično ščitena obsevalna polja (half-beam block) in AP polje ki zajema celotni obsevalni volumen.

Modernejši linearni pospeševalniki so opremljeni s sistemom kolimacije žarka, katerega posamezne čeljusti X1, X2, Y1 in Y2 se lahko neodvisno premikajo in omogočajo asimetrično oblikovanje polj. Z zaprtjem ene od čeljusti do polvice obsevalnega polja vzdolž centralne osi žarka (half-beam block), se skoraj v popolnosti eliminira divergenca žarka, kar je potrebno pri uporabi stikajočih se polj (slika 4).



Slika 4: Polovično ščitena obsevalna polja-half beam block.

Izocenter je postavljen na anteriorni del telesa vratnega vretenca. Štirim polovično ščitanim obsevalnim poljem je dodan še 45° dinamični klinasti filter, ki homogenizira izodozno porazdelitev.

Polovično zaščitena obsevalna polja so rotirana v tako, da se notranja čeljust kolimatorja kar najtesneje prilagaja obliki hrbtenjače.

radioterapija

Obsevalni polji iz smeri 220° in 140° sta oblikovani tako, da polovično zaprta čeljust kolimatorja sega preko hrbtenjače in jo štiti, hkrati pa zajame željni del PTV. Nasprotno polji iz smeri 320° in 40° ne ščitita hrbtanjače in zajemata preostali del PTV. Polje iz smeri 0° zajema celoten PTV (Wineggard, 2005).

V večini primerov z omenjenimi obsevalnimi polji ni mogoče doseči željene dozne pokritosti, zato se na mestih z nezadostno dozno pokritostjo doda manjše intenzitetno

Tabela 1: Tabela predstavlja osnovna polja in razmerje uteži polj, ki jih uporabljamo pri Con-Pas tehniki.

polje	kot(°)	utež polja (cGy)	hrbtenjača
desno AP	320	50	v polju
levo AP	40	40	v polju
deso PA	220	100	izven polja
levo PA	140	100	izven polja
AP	0	40	v polju

modulirane segmente osnovnih polj.

Dozimetrična validacija con pas 3-D tehnike

Vzroki za nenatančnosti in potencialne napake pri načrtovanju in izvajanju Con Pas 3-D obsevalne tehnike so:

- natančnost planirnega sistema pri izračunu doze pri uporabi asimetričnih polovično ščiteneh obsevalnih polj,
- natančnost izocentra in kalibracija čeljusti pri uporabi stikajočih se polj,
- manjši premiki pacienta med obsevanjem,

Pri uporabi stikajočih polovično ščiteneh obsevalnih polj je potrebna natančna geometrična skladnost čeljusti, v nasprotnem primeru se to odraža z dozimetrično napako - poddoziranje oz. predoziranje.



Slika 5: Antropomorfní fantom, namenjen filmski dozimetriji

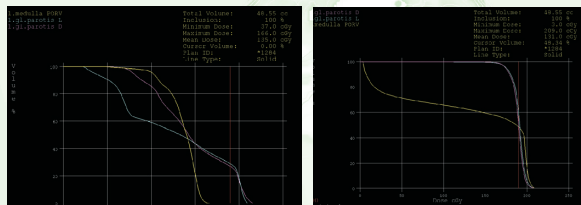
Pri posameznem paru čeljusti je filmska verifikacija pokazala tudi do 15% odstopanje, po natančnejši kalibraciji čeljusti pa je bilo to odstopanje znotraj 5%, kar je približno 2% celokupne doze.

Za validacijo načrtovane in dejansko dodeljene doze se uporabi fantom. Fantom posnamemo na CT napravi, na podlagi odvzetih CT prerezov nato izdelamo obsevalni plan. Načrt obsevanja pošljemo na obsevalno napravo, na kateri fantom obsevamo. V antropomorfní fantom vstavimo filme v razmaku 40 mm kaudalno, 4 mm kaudalno, 6 mm kranialno in 50 mm kranialno od izocentra. Izmerjeno dozo primerjamo z načrtovano. Odstopanje načrtovane in izmerjene absolutne doze je 4%.

3 REZULTATI

Evalvacija in primerjava planov

Po izdelavi obeh obsevalnih planov, konvencionalnega in Con-Pas, se z dozno volumskim histogramom (DVH) primerja interesne regije (sliki 6, 7).



Sliki 6, 7: Dozna volumska histograma pri Con Pas tehniki, levo in konvencionalni tehniki, desno.

Tabela 2: Tabela predstavlja primerjavo v pokritosti posameznih organov med konvencionalnim 3D planom in Con-Pas 3D planom.

	konvencionalni 3D plan		Con-Pas 3D plan	
doza	50 Gy	70 Gy	50 Gy	70 Gy
PTV1 (V95)	72%		89,2%	
PTV2 (V95)	96,5%	85%	99,4%	98,1%
hrbtenjača (Dmax)	50 Gy	zaščita hrbtenjače v polju	37,8 Gy	45,6Gy
I. obušesna slinavka (Dmean)*	23,2 Gy	33,8 Gy	19,7 Gy	27,6 Gy
d. obušesna slinavka (Dmean)	26,4 Gy	36,1 Gy	23 Gy	32,8 Gy

*Dmean = srednji odmerek

PTV1 zajema GTV, CTV (tumor) in CTV2 (bezgavke), obojestranske vratne bezgavke v regijah od I - VI. PTV2 zajema GTV, CTV (tumor), CTV2 (bezgavke), za razliko od PTV1 so nekatere bezgavčne lože, ki so bile predhodno elektivno obsevane, izvzete iz tarčnega volumna.

PTV1: 25 x 200 cGy = 50 Gy } TD = 70 Gy
 PTV2: 10 x 200 cGy = 20 Gy }

Oba volumna PTV1 in PTV2 sta podkavste oblike in obdajata hrbtenjačo. Kot je bilo omenjeno, je tolerančna doza, ki jo lahko prejme hrbtenjača 46–48 Gy, kar je znatno manj od skupne tumorske doze 70 Gy, ki jo prejme PTV2.

Iz tabele 2 in slike 8 je razvidno, da je pokritost PTV1 z 95% izodozo približno enaka pri obeh obsevalnih tehnikah. Con-Pas tehnika se z nekaterimi polji izogne hrbtenjači, zato je doza na hrbtenjačo nižja (37,8 Gy), kot pri uporabi konvencionalne tehnike dveh opozitnih polj. Podobno velja tudi za obušenjske slinavki, kjer leva in desna obušenjska slinavka prejmeta 19,7 oziroma 23 Gy. Ker ležita deloma v tarčnem volumnu, je težko ohraniti njuno funkcijo brez poddoziranja tarčnega volumna.

Ker je pri Con-Pas tehniki skupna doza na hrbtenjačo (50 Gy) nižja od mejne vrednosti, je možno tudi nadaljnje obsevanje PTV2 brez poddoziranja tarčnega volumna in prekoračitve mejnih doz kritičnih organov (hrbtenjača).

Pri tehniki dveh opozitnih polj po prejetju 50Gy doza na hrbtenjačo že preseže mejno vrednost, zato je tarčni volumen PTV1 možno obsevati le do skupne doze 46 Gy. Zaradi zaščite hrbtenjače v polju je tudi PTV2 poddoziran.

4 RAZPRAVA

Obe obsevalni tehniki smo primerjali pri pacientih, ki potrebujejo elektivno obsevanje vratnih bezgavk do skupne doze 50 Gy (PTV1) in dodatnih 20 Gy na ožje področje tumorja in pozitivnih bezgavk (PTV2).

Uporaba conformne Con-Pas tehnike zmanjša dozo na nekatere kritične organe, npr. hrbtenjačo, obušenjske slinavke in sočasno omogoča zadostno izodozno pokritost tarčnega volumna (slika 8).



Slika 8: Izodozna pokritost tarčnega volumna na posameznem CT prerezu pri uporabi 3D Con Pas tehnike.

Konvencionalna tehnika dveh opozitnih polj daje enako izodozno pokritost tarčnega volumna do skupne doze 46 Gy. Nadaljnje obsevanje pacienta s konvencionalno tehniko zahteva zaščito hrbtenjače v polju in dodatno obsevanje vratnih bezgavk z elektronskimi polji.

Stikanje fotonjskih in elektronskih polj v področju vratu povzroča znatne dozne nehomogenosti (poddoziranja, predoziranja) včasih pa je zaradi lege tarčnega volumna tudi tehnično neizvedljivo (slika 9) (Khan, 2003).



Slika 9: Zvezdica označuje področje visoke doze pri spajanju fotonjskih in elektronskih polj.

Dozimetrična validacija, ki je bila opravljena pred klinično uporabo Con-Pas tehnike, kaže na zadostno natančnost izvajanja Con-Pas tehnike.

Različne inverzno planirne IMRT tehnike omenjajo (Webb, 2001) kot najpogostejšo rešitev za obsevanje področja glave in vratu. Ker izvajanje inverzno planirne IMRT tehnike spremlja mnogo potencialnih virov napak, le ta zahteva obširen program kontrole kvalitete.

Alternativa temu je vnaprej planirna IMRT tehnika Con-Pas, ki omogoča načrtovanje obsevanja z zadovoljivo izodozno pokritostjo tarčnega volumna in kar najnižjo dozo na kritične organe.

5 ZAKLJUČEK

3D Con-Pas tehnika je primerna za obsevanje tumorjev področja glave in vratu. Uporabna je predvsem za tiste radioterapevtske oddelke, ki še niso implementirali IMRT programa.

Reference

- Arellano A, Cadenal J, Melero A, Ballester A, Tuset V (2000). Matching half beams in head and neck radiotherapy. (<http://www.sciencedirect.com/science?>)
- Bretengeier K, Pfreunder L, Flentje M (1999). Radiation techniques for head and neck tumors. *Radiotherapy and Oncology* 56 (1999), 209–220.
- Dobs J, Barret A, Ash D, (1999). *Practical Radiotherapy Planning*. 3th ed. London: Hodder Headline Group, 101–108.
- ESTRO Teaching course (2007). *Radiotherapy treatment planning: Principles and Practice*. Dublin: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, 291–313.
- Faiz M. Khan (2003). *The physics of radiation therapy*. 3th ed. Minneapolis: Lippincott Williams & Wilkins, 210–224.
- Lee N, Machalacos J, Hunt M (2007). Choosing an Intensity Modulated Radiation therapy technique in the treatment of head and neck cancer. (<http://www.sciencedirect.com/science?>)
- S Webb (2001). *Intensity modulated radiation therapy*. Bristol and Philadelphia: Institut of physics, 15–67.
- Steel G (2002). *Basic Clinical Radiobiology*. 2nd ed. London: Hoder Arnold publication, 35–67.
- Wineggard R, Mast M, Santvoort J, Hoogendorn M, Struikmas H (2005). Con Pas: a 3D Conformal Irradiation Technique for Bilateral Neck Treatment as an Alternative to IMRT. *Strahlentherapie und Oncologie* 10: 673–682.