

KONFORMALNA RADIOTERAPIJA (3-DCRT)

VLADO DEPONTE*

U radu su prikazana osnovna načela i postupci važni za provođenje konformalne radioterapije. Radi se o specifičnoj radioterapijskoj metodi koja se sastoji od dva sistema: jedan čine CT-simulator i računalo, a drugi služi za samo provođenje radioterapije. Razvoj kompjuterske tehnologije omogućuje veću preciznost primjene zračenja, trodimenzionalni uvid kao i mogućnost primjene puno većih ukupnih doza na tumorsko sjelo od konvencionalne terapije. Istodobno, manji je rizik od razvoja komplikacija vezanih uz toksično djelovanje na okolno zdravo tkivo. Iako je za pripremu bolesnika i primjenu konformalne radioterapije potrebno više vremena nego kod konvencionalne terapije, zbog već navedenih prednosti, konformalna radioterapija je metoda izbora u suvremenoj radioterapiji.

Deskriptori: TUMORI – radioterapija; RADIOTERAPIJA – metode; RADIOTERAPIJSKE DOZE

UVOD

Potkraj 2005. godine nabavkom novih uređaja za zračenje - linearnih akceleratora (LINAC-a), spiralnog CT simulatora i suvremenih računalnih uređaja za planiranje i provođenje radioterapije, u Klinici za tumore u Zagrebu započinje primjena trodimenzionalne (3D) konformalne radioterapije (engl. 3D conformal radiotherapy- 3DCRT).

3DCRT je specifičan način planiranja i provođenja radioterapije. Zasniva se na trodimenzionalnom (3D) prikazu tumora, mogućnosti njegovog preciznog ocrtavanja i oblikovanja polja zračenja te virtualnoj simulaciji zračenja uporabom kompjutorizirane tomografije (CT) i suvremenih računalnih uređaja za planiranje i provođenje zračenja (1, 2, 3, 4).

Dosadašnji, standardni način planiranja radioterapije sastojao se u upotrebi rengenškog uređaja, simulatora, koji je dao sliku tumora u dvije dimenzije (2D); širinu i visinu.

Razvojem računalne tehnologije liječnicima je omogućeno da vide tumor u

sve tri dimenzije (3D: širina, visina, dubina), zahvaljujući digitalnoj rekonstrukciji na CT simulatoru.

Pomoću računalnog programa ocrtavanjem tumora određuje se njegova prava veličina, njegovo proširenje i odnos prema rizičnim organima. Oblikovanjem većeg broja ciljanih radioterapijskih snopova oko tumora, pošteduje se zračenje zdravog tkiva.

Najvažnija korist u primjeni konformalne radioterapije je mogućnost veće preciznosti u 3D planiranju, primjeni većih ukupnih doza zračenja i veća mogućnost za uništenje tumora. Isto tako se uključenjem manjeg volumena zdravog tkiva u polje zračenja smanjuje rizik nastajanja toksičnih učinaka zračenja.

Kod planiranja konformalne radioterapije treba voditi računa o tome da rubovi zdravog tkiva oko tumora ne budu preuski, kako nakon zračenja ne bi došlo do recidiva tumora.

PLANIRANJE I PROVOĐENJE KONFORMALNE RADIOTERAPIJE

Za primjenu konformalne radioterapije rabe se dva sustava: jedan koji služi za planiranje zračenja, a čine ga: spiralni kompjutorizirani simulator (CT-simulator) te tri kompjuterske jedinice: COCHE-

RENCE ili FOCAL, LANTIS i XIO, i drugi koji služi za provođenje zračenja: kompjutorski vođen linearni akcelerator.

CT SIMULATOR

Konformalno planiranje radioterapije započinje postavljanjem bolesnika na CT simulator u položaj u kojem će se zračiti. Bolesnici najčešće leže na leđima ili trbuhu. Bolesnikovo se tijelo postavlja u izocentrični položaj, tj. položaj u kojem se centralna sagitalna osovina tijela poklapa s vertikalnom laserskom zrakom CT simulatora. Za trajnu i identičnu reprodukciju polja zračenja i nemogućnost pomicanja tijela tijekom zračenja, bolesnikovo se tijelo fiksira sredstvima za imobilizaciju (plastičnim maskama kod tumora glave i vrata i mozga), plastičnim folijama (kod tumora dojke, abdomena, zdjelice).

Kod zračenja tumora u djece često se rabi specijalni vakumizirani plastični ležaj. Na plastičnim odljevima ili samom bolesnikovom tijelu (primjenom tetovaže), uz pomoć lasera, postavljaju se dvije lateralne i jedna centralna sagitalna oznaka, koje služe da se tijelo bolesnika stavi u isti onaj položaj u kojemu će se zračiti. Potom slijedi CT snimanje bolesnika. Snimaju se samo oni dijelovi tijela gdje se nalazi sije-

* Klinika za tumore Zagreb

Adresa za dopisivanje:

Prim. mr. sc. Vlado Deponte, dr. med., Klinika za tumore Zagreb, 10000 Zagreb, Ilica 197

lo tumora. Tako dobivene slike prenose se u kompjutorski sustav za planiranje (CO-CHERENCE ili FOCAL).

Cocherence ili Focal su dva identična kompjutorska programa u kojima se ocrta tumor ili ciljni volumen. kao i pripadajući rizični organi koji se nalaze u njihovoj neposrednoj blizini, a prikazani su u sve tri dimenzije (3d).

GTV, CTV, PTV

O crtavanje obavlja liječnik na transverzalnim presjecima, gdje se vidi širina i dubina tumorskog procesa. Pomicanjem kursora u kranio-kaudalnom smjeru za svaka 2 mm (rezolucija CT simulatora) ocrta se tumor na svakom sljedećem transverzalnom presjeku, sve dok se ne obuhvati cijela visina vidljiva tumora koja se prati na sagitalnim i frontalnim presjecima. Tako ocrtni vidljivi dio tumora naziva se veliki tumorski ili ciljni volumen (engl. Gross tumor/target volume-GTV).

Tumore koji rastu infiltrativno, a čije izdanke ne vidimo na CT-u (mikroskopsko širenje u okolinu), potrebno je oko GTV-a ocrtni adekvatnu sigurnosnu zonu od nekoliko milimetara ili centimetara, te se tako dobije klinički tumorski ili ciljni volumen (engl. Clinical tumor/target volume-CTV).

Na kraju se i oko CTV-a mora ocrtni zona određene širine, što ovisi o anatomske pomicanjima tijela tijekom zračenja (npr. kod respiracije), a to je u konačnici planirani tumorski ili ciljni volumen (engl. Planning tumor/target volume-PTV (2)).

Osim tumorskog ili ciljnog volumena, liječnik mora ucrtati i druge patološke zahvaćene strukture poput limfnih čvorova (kod tumora glave i vrata, dojke, medijastinalne čvorove kod tumora pluća, abdominalne limfne čvorove kod tumora prostate, debelog crijeva ili mokraćnog mjehura itd. (5, 6, 7)).

Isto tako potrebno je ocrtni i rizične organe koji se nalaze u neposrednoj blizini tumorskog ili ciljnog volumena zračenja (leću, očni živac, kohleu, kralježničnu moždinu, parotidu, srce, pluća, bubrege, jetru, slezenu, rektum itd.), jer te organe treba maksimalno poštediti od

zračenja, da ne dođe do njihova trajnog oštećenja.

Završetkom ocrtanja svih struktura koje će se zračiti, liječnik upisuje dnevnu i ukupnu dozu i broj frakcija zračenja za svaki pojedinačni PTV u programski sustav LANTIS, te svojom potvrdom odobrava zračenje.

Napravljeni plan liječnik šalje u drugi računalni sustav –XIO. U njemu fizičari, uz pomoć suvremenog sustava za planiranje izrađuju konačni plan terapije. Za oblikovanje polja zračenja oko zadanog PTV-a primjenjuju lamele multileafe kolimatora, koje se nalaze u linearnom akceleratoru, ali su prikazane i u računalnom sustavu za planiranje. Pomicanjem lamela oko tumora oblikuje se svako pojedinačno polje zračenja. Unošenjem podataka o maksimalno dopuštenoj dozi zračenja za pojedine rizične organe računalom se određuje ukupni broj najpovoljnije raspoređenih snopova zračenja.

Podatke o distribuciji doze, računalno nam daje pomoću dozno volumnog histograma (engl. Dose volume histogram-DVH). Iz njegovih se krivulja vidi raspored doze u tumoru i u rizičnim organima. Njegovi su podatci korisni u procjeni pojedinačnog plana terapije, raspodjeli doze, a i osigurava potpuni uvid u cjelokupni 3D plan. DVH pokazuje i koji dio ciljnog volumena ili rizičnih organa primaju veće doze zračenja od onih koje su bile propisane. No DVH ne pruža informaciju o prostornom rasporedu doze, pa se ne može zamijeniti s metodama koje su za to preciznije.

Ako DVH ispunjava sve zadane uvjete i dobiveni je plan zadovoljavajući te potvrđen od liječnika, fizičar ga prosljeđuje u računalni sustav linearnog akceleratora. Prije početka zračenja na temelju izrađenog plana terapije obavi se korekcija izocentra, nakon čega započinje zračenje bolesnika.

ZAKLJUČAK

Konformalna radioterapija je specifičan način planiranja i provođenja radioterapije i nova je metoda zračenja tumora u Hrvatskoj. Upotrebom slika CT simulatora, prenesenih u radioterapijski računalni sustav za planiranje, omogućuje se

oblikovanje polja i snopova zračenja. Njezin najveći doprinos je precizno oblikovanje polja zračenja oko tumora, poštuda zdravog tkiva, primjena većih doza zračenja na tumor, manja toksičnost, veća preciznost i reproducibilnost namještanja bolesnika tijekom zračenja. Podatci koje dobije liječnik nakon obavljenog snimanja katkad nisu dostatni. To se osobito odnosi na operirane tumore. Nakon uklanjanja tumora potrebno je ozračiti njegovo prijašnje sjelo, a za to su potrebne dodatne informacije, poput kliničkog i operativnog nalaza, patohistološkog nalaza (PHD) te prije i poslije operacijske nalaze kompjutorizirane tomografije (CT-a), magnetske rezonancije (MR-a), pozitron emisijske tomografije - kompjutorske tomografije (PET/CT-a), renga (RTG-a), ultrazvuka (UZ-a) itd. Na taj način, imajući u vidu sve potrebne parametre, može se odrediti planirani ciljni volumen i provesti zračenje. Planiranje konformalne radioterapije iziskuje mnogo više vremena u odnosu na standardno 2D planiranje, ali s obzirom na sve prije navedene povoljnosti danas je metoda izbora kod zračenja.

LITERATURA

1. Perez CA, Brady LW. Principles and Practice of Radiation Oncology, 2nd ed., Philadelphia, JB Lippincott 1992;23-5.
2. Chao KSC, Perez CA, Brady LW. Radiation Oncology: Management Decisions, Lippincott-Raven, Philadelphia, 1999.
3. Goitein M. The comparison of treatment plans. Semin Radiat Oncol 1992;2:246-56.
4. Webb S. The physics of three-dimensional radiation therapy: conformal radiotherapy, radiosurgery and treatment planning. Bristol, England: Institute of Physics, Publishing 1993.
5. Gregoire V, Coche E, Cosnard G, Hamoir M, Reychler H. Selection and delineation of lymph node target volumes in head and neck conformal radiotherapy. Proposal for standardizing terminology and procedure based on the surgical experience. Radiotherapy and Oncology 2000;56:135-50.
6. Gregoire V, Levendag P, Ang KK, Bernier J, Braaksma M, Budach V et al. CT-based delineation of lymph node levels and related CTVs in the node negative neck: DAHANCA, EORTC, GORTEC; NCIC, RTOG consensus guidelines. Radiotherapy and Oncology 2003;69:227-36.
7. Gregoire V, Scalliet P, Ang KK. Clinical Target Volumes in Conformal and Intensity Modulated Radiation Therapy: A Clinical Guide to Cancer Treatment. In: Brady LW, Heilmann HP, Molls M. Radiation Oncology: Medical Radiology. Springer, Berlin, Heidelberg 2004.

S u m m a r y

CONFORMAL RADIOTHERAPY (3-DCRT)

V. Deponte

The paper presents the basic principles and procedures important for the implementation of conformal radiotherapy. It is a specific radiotherapy method which consists of two system: one for the radiotherapy planning (CT-simulator with computer units) and the other one for the radiotherapy itself. Development of the computer technology made radiotherapy much more precise, with tridimensional approach and the possibility to apply much higher total doses to the tumor site. At the same time, the risk of developing the toxic effects in the surrounding healthy tissue is much lower. The conformal radiotherapy, although more time consuming, remains the method of choice in the contemporary radiotherapy.

Descriptors: NEOPLASMS – radiotherapy; RADIOTHERAPY – methods; RADIOTHERAPY DOSAGE

Primljeno/Received: 9. 10. 2009.

Prihvaćeno/Accepted: 9. 11. 2009.