

ELEKTRONSKO PORTALNO SLIKANJE V RADIOTERAPIJI NA ONKOLOŠKEM INŠTITUTU LJUBLJANA

Rihard Hudej

Onkološki inštitut Ljubljana

Povzetek

Preverjanje obsevanja z elektronskim portalnim slikanjem je pomemben del obsevanja. Glavni namen preverjanja je odpravljanje morebitnih pozicijskih napak, z večkratnim slikanjem pa lahko tudi ocenimo potrebno velikost varnostnih robov okrog kliničnega tarčnega volumna, ki jih moramo upoštevati pri načrtovanju obsevanja. Na Onkološkem inštitutu Ljubljana je portalno slikanje že ustaljen način zagotavljanja kvalitete obsevanja pri obsevanju s fotoni, ki učinkovito odkriva večje geometrijske napake. Dodatne izboljšave postopka potekajo in so odvisne predvsem od zagotavljanja potrebnega števila obsevalnih naprav.

Kaj je preverjanje geometrijske natančnosti

Preverjanje procesa obsevanja je nujno za zagotavljanje pravilnega zdravljenja bolnika. Poleg dozimetričnega preverjanja, s katerim zagotavljamo pravilnost absorbirane doze, je potrebno tudi geometrijsko preverjanje, s katerim preverimo, ali je dozo prejelo področje, ki je bilo predvideno za obsevanje, oziroma ali je bilo odstopanje znotraj vnaprej določenih mej. Odstopanje lahko izmerimo s primerjanjem obsevalnega načrta s podatki, ki jih dobimo med obsevanjem samim.

Postopek portalnega slikanja

Elektronska portalna slikovna naprava (EPID) je del linearnega pospeševalnika, s katerim obsevamo bolnike. Žarkovni snop, s katerim obsevamo bolnika, potuje skozi bolnika, na izstopni strani pa zadane EPID, ki z detektorjem iz amorfnega silicija zajame dvodimenzionalno elektronsko portalno sliko (EPI). Na sliki so razvidne kostne strukture bolnika in oblika obsevalnega polja. Sliko zajamemo z dvojno ekspozicijo. Za prvo ekspozicijo uporabimo oblikovano obsevalno polje. S tem se lahko prepričamo, da obsevalno polje obseva predvideno področje bolnika. Za drugo ekspozicijo pa uporabimo 5 cm širše in 5 cm daljše obsevalno polje, večlistne kolimatorje pa umakne-

mo iz žarkovnega snopa. S tako ekspozicijo dobimo dodatno informacijo o okoliški anatomiji, kar je v pomoč predvsem pri majhnih obsevalnih poljih, kjer je v prvi ekspoziciji vidnih premalo anatomskih posebnosti, po katerih bi se lahko orientirali.

S čim primerjamo slike EPI

Vhodni podatki, ki so potrebni za izdelavo obsevalnega načrta, so slike s CT simulatorja, ki jih načrtovalni sistem za obsevanje zna prikazati v tridimenzionalnem prostoru. Na podlagi CT slik načrtovalni sistem izračuna vse parametre, ki so potrebni za doseganje željene dozne porazdelitve v bolniku. Poleg doze pa lahko načrtovalni sistem za vsako obsevalno polje izračuna tudi digitalno rekonstruirani radiogram (DRR), ki naj bi se ujemal s portalno sliko, slikano med samim obsevanjem. Sliki se bosta seveda ujemali samo pod pogojem, da so bili vsi parametri dejanskega obsevanja enaki parametrom, ki jih je upošteval načrtovalni sistem za obsevanje med izdelavo obsevalnega načrta.

Vsak poseg na obsevalni napravi se zabeleži v sistem zabeležbe in overovitve (R&V). To omogoča jasen pregled vseh posegov na bolniku ter zbirko vseh portalnih slikanj bolnika in ujemajočih slik DRR. V sistemu R&V lahko primerjamo slike DRR in EPI posameznega obsevalnega polja ter z različnimi orodji izmerimo morebitna geometrična neujemanja.

Nivo ukrepanja in nivo velike napake

Pri načrtovanju obsevanja je cilj, ki ga skušamo doseči, homogena dozna porazdelitev na področju, kjer se nahajajo tumorske celice. Zaradi premikanja organov bolnika in zaradi nenatančnosti pri pozicioniranju bolnika obstaja nevarnost, da del tega področja ne bi bil obsevan s predvideno dozo. Da bi se temu izognili, povečamo področje, ki naj prejme predvideno dozo, za izbrano velikost varnostnega roba. To povečano področje imenujemo načrtovalni tarčni volumen (PTV).

Pri preverjanju pozicije bolnika z elektronskim portalnim slikanjem večinoma ugotovimo vsaj majhno odstopanje od predvidenega položaja. Vprašanje, ki se postavlja, je, kdaj je izmerjeno neujemanje sprejemljivo in kaj narediti, če je neujemanje preveliko. Vsak center, ki izvaja obsevanje, naj bi imel enotna in jasno opredeljena pravila, ki definirajo postopke po ugotovljenem odstopanju. Nivo velike napake predstavlja odstopanje, ki se šteje za nesprejemljivo do take mere, da se obsevanje ustavi, dokler se ne identificira in odpravi napake, ki je povzročila napačno pozicioniranje bolnika. Nivo ukrepanja pa predstavlja mejo odstopanja, pod katero je obsevanje ustrezno. Ko ugotovimo, da je neujemanje položaja bolnika večje od nivoja ukrepanja in hkrati manjše od nivoja velike napake, se položaj bolnika korigira, včasih pa je potrebno tudi dodatno slikanje, da dobimo podrobnejše informacije o napaki.

Velikost varnostnih robov pri obsevanju

Pri pozicioniranju bolnika pred vsakim obsevanjem poskušamo doseči položaj, ki naj bi bil ponovljiv. Položaj bolnika je pravilen, kadar se laserski žarki, ki so del obsevalnega aparata, projekirajo na oznake, ki so narisane na bolnikovi koži ali na zunanosti katerega od imobilizacijskih pripomočkov. Vendar to še ne pomeni, da se PTV nahaja točno na predvidenem mestu. Razlogov za to je več. Notranjost bolnika ni togo vezana na zunanje oznake, organi bolnika se lahko premikajo, aparature imajo določene nenatančnosti in nenazadnje sta lahko v procesu pozicioniranja vključeni človeška natančnost in človeška napaka. Če poznamo velikost vseh omenjenih napak in pogostost, s katero se pojavljajo, lahko izračunamo, kako velik mora biti varnostni rob za konstrukcijo PTV, da bo tumorsko področje prejelo predvideno dozo.

Portalno slikanje

Na Onkološkem inštitutu Ljubljana slikanje za večino bolnikov izvajamo le ob prvem obsevanju. Slikamo eno anteriorno in eno stransko obsevalno polje, ostalih obsevalnih polj pa ne. Ob ugotovljenem odstopanju položaja bolnika ali ponovimo slikanje ali korigiramo položaj bolnika ali oboje. Ob tem je pomembno omeniti, da so v drugih centrih uveljavljeni protokoli portalnega slikanja, ki vključujejo slikanje vseh obsevalnih polj pri prvem obsevanju in slikanje ene anteriorne ter ene stranske slike EPI pri najmanj prvih treh obsevanjih. Razlog za drugačno prakso pri nas je premajhno število obsevalnih naprav v državi oziroma preobremenjenost obstoječih naprav kot posledica tega.

Meje ukrepanja in meje velike napake niso vnaprej definirane z jasnim protokolom, zato je presoja o potrebnosti in načinu ukrepanja prepuščena presoji radioterapevta, ki se večinoma opira na tujo literaturo. Iz tuje literature so povzeti tudi varnostni robovi za konstrukcijo PTV.

Obsevanje s tehniko intenzitetno modulirane radioterapije zahteva večjo natančnost obsevanja, zato pri uporabi take tehnike na Onkološkem inštitutu Ljubljana bolnika slikamo pri prvih petih obsevanjih ter nato enkrat tedensko.

Pri obsevanju prostate brez regionalnih bezgavk se za določanje položaja v prostato implantira zlata semena, ki so jasno vidna na slikah EPI. Tako lahko uporabljamo tehniko sprotnega portalnega slikanja. Slikanje in ugotavljanje potrebne korekcije pozicije bolnika izvedemo pred obsevanjem, kar omogoča uporabo manjših varnostnih robov za konstrukcijo PTV, to pa pomeni manj obsevanega zdravega tkiva. Pričetek obsevanja se v takem primeru zamakne za nekaj minut, dokler primerjava slik EPI in DRR ni končana. Sprotno portalno slikanje torej pomeni za obsevalni aparat znatno časovno obremenitev, hkrati pa je takšna tehnika portalnega slikanja najboljši način geometrijskega preverjanja natančnosti obsevanja.

Zaključek

Geometrijsko preverjanje natančnosti obsevanja je nujno pri vsakem megavoltnem obsevanju. Izkušnje iz prakse nam potrjujejo, da je slikanje z elektronsko portalno napravo učinkovito pri odkrivanju velikih geometrijskih odstopanj. Dodatna časovna obremenitev obsevalne naprave zaradi portalnega slikanja je majhna, z izjemo sprotnega portalnega slikanja, ki bistveno podaljša trajanje obsevanja. Jasno definirani protokoli ukrepanja so nujni za zagotavljanje kvalitetnega nadzora geometrijske natančnosti obsevanja. Portalno slikanje omogoča tudi definiranje velikosti varnostnih robov, ki jih uporabljamo pri načrtovanju obsevanja. Trenutno na Onkološkem inštitutu Ljubljana poteka projekta določanja enotnih protokolov izvajanja portalnega slikanja ter velikosti varnostnih robov, ki obetata veliko izboljšanje v zagotavljanju kvalitete obsevanja.

Literatura

1. British Institute of Radiology Working Party, Geometric uncertainties in radiotherapy. London, UK: British Institute of Radiology, 2003.
2. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU Report 62, Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50), Bethesda, MD: ICRU, 1999.
3. International Commission on Radiation Units and Measurements, Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy, ICRU Report 50. Bethesda, MD: ICRU, 1993.
4. Marcel van Herk, Errors and margins in radiotherapy, *Seminars in Radiation Oncology* 2004, 14, 52-64.
5. The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, Institute of Physics and Engineering in Medicine, On Target: Ensuring geometric accuracy in radiotherapy. London: The royal College of Radiologists, 2008.