

IN VIVO DOZIMETRIJA

Pripravi: Andrej Strojnik

**Onkološki inštitut
Oddelek za radioterapijo**

Ljubljana, maj 2006

UVOD

Pričujoča navodila se nanašajo na pripravo in izvajanje in-vivo meritev vstopne in izstopne doze fotonjskih polj s polprevodniškimi dozimetri (diodami).

V vseh nadaljnjih napotkih se smatra, da so diode priklopljene na elektrometer in da je ta povezan z računalnikom, na katerem deluje program za odčitavanje doze.

1. Kalibracija diod (vstopna doza)

1. Diodo prilepimo na fantom dovolšnje debeline, da zagotavlja popolno povratno sipanje.
2. Gantry obsevalnega aparata zavrtimo na 0.
3. Fantom namestimo na obsevalno mizo na oddaljenost 100 cm od izvora.
4. Fantom pomaknemo tako, da je dioda v središču polja 10 cm x 10 cm.
5. Diodo obsevamo s 100 MU.
6. Odčitek izenačimo z dozo, ki jo poprej splaniramo na planirnem sistemu in sicer v točki, ki leži na osi žarka
 - 2,5 cm pod vstopiščem 15 MV žarka in
 - 1,5 cm pod vstopiščem 6 MV žarka

Nastavitve aparata, ki so opisane v točkah 2,3 in 4, imenujemo referenčne nastavitve, globino iz točke 6 pa referenčna globina.

Kalibracija diod se ob predvideni uporabi opravlja enkrat mesečno, sicer pa glede na prejeto dozo.

2. Določitev korekcijskih faktorjev

Zaradi razlik med ionizacijsko celico in diodo se pri nereferenčnih nastavitvah obsevalnega aparata odziva obeh inštrumentov razlikujeta. Da bi pri meritvah z diodo dobili pravo vrednost doze na referenčni globini, moramo vpeljati korekcijske faktorje za nereferenčne pogoje. Ti vključujejo popravke za različne oddaljenosti od izvora C_{SSD} , velikosti polj C_{FS} in kline C_w .

$$D(\text{SSD}, \text{FS}, \text{W}) = D(100, 10, 0) \cdot C_{\text{SSD}}(\text{SSD}) \cdot C_{\text{FS}}(\text{FS}) \cdot C_{\text{W}}(\text{W})$$

$$\text{Velja } C_{\text{SSD}}(100 \text{ cm}) = C_{\text{FS}}(10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}) = C_{\text{W}}(0^\circ) = 1.$$

Korekcijske faktorje določimo tako, da kalibrirano diodo obsevamo pod nastavitvami, ki se od referenčnih razlikujejo v izbranem parametru. Izračunamo jih kot kvociente doz iz planirnega sistema in izmerjenih vrednosti.

Korekcijske faktorje se določa enkrat letno.

3. Kalibracija diod (izstopna doza)

Posebej omenimo kalibracijski faktor za merjenje izstopne doze. Poglavitna vzroka, da je različen od kalibracijskega faktorja za merjenje vstopne doze, sta razlika v fotonskih spektrih žarka ob njegovih vstopišču in izstopišču in različni pogoji, ki zadevajo povratno sipanje.

1. Gantry obsevalnega aparata zasučemo na 90° .
2. Vodni fantom postavimo na obsevalno mizo tako, da je ena od njegovih sten pravokotna na žarek in hkrati na oddaljenosti 100 cm od izvora.
3. Diodo pritrdimo na zunanjo stran nasprotne stene, tako da leži na osi žarka (na izstopišču iz fantoma).
4. Nastavimo polje 10 cm x 10 cm.
5. Diodo obsevamo s 100 MU.
6. Odčitek izenačimo z dozo, ki jo poprej splaniramo na planirnem sistemu in sicer v točki, ki leži na osi žarka
 - 2,5 cm pred izstopiščem 15 MV žarka in
 - 1,5 cm pred izstopiščem 6 MV žarka

Kalibracija diod se ob predvideni uporabi opravlja enkrat mesečno, sicer pa glede na prejeto dozo.

4. Dodatek k izdelavi obsevalnega načrta in poročila o obsevalnem načrtu

Obsevalni aparati razpolagajo z dvema diodama za meritve v 15 MV žarkih in dvema diodama za meritve v 6 MV žarkih. Vsaka dioda lahko poleg vstopne meri tudi izstopno dozo. Pogoj za slednje je, da leži na osi žarka – na njegovem izstopišču. Pri box tehniki obsevanja, s katero obsevamo karcinoma rektuma in prostate, zadoščata za verifikacijo vseh štirih polj že dve diodi: prvo pritrdimo na vstopišče žarka pri gantryju 0° (imenujmo jo »dioda 0° «), ki je obenem izstopišče žarka pri gantryju 180° , drugo pa na vstopišče žarka pri gantryju 90° (imenujmo jo »dioda 90° «), ki je hkrati izstopišče žarka pri gantryju 270° . Diode pričvrstimo na čim bolj ravno in dostopno površino kože – zaradi obsevalne mize so možne le diode od »dioda 260° « do »dioda 100° «.

S stališča meritev je zaželeno, da se vstopišča polj nahajajo čim dlje od njihovih robov (da so polja kar se da simetrična in gradienti doze okrog diode čim manjši). Pri večetapnih obsevanjih, kjer se tarčni volumen iz etape v etapo manjša, izocenter pa ohranja, bi bilo za izocenter smiselno izbrati center najmanjšega tarčnega volumna. Kadar takšen izbor izocentra ni mogoč, moramo položaj diode v polju podati eksplicitno napram vstopišču, npr. 2 cm kavdalno, 3 cm levo. Neprijetni posledici sta zmanjšana natančnost pri pozicioniranju diode in bolj zahtevno in časovno zamudno iskanje točke na referenčni globini v planirnem sistemu.

Točko na referenčni globini na osi žarka poiščemo tako (velja za XiO):

1. Izberemo okno *Single Plane View*, ga povečamo z *Maximize* in izberemo rezino z izocentrom.
2. V meniju izberemo *View*, nato *Active Beam* in *Complex Display*, kar olajša iskanje vstopišča.
3. V meniju izberemo *Contour*, nato *Interest Points* in potem še *New (Interest Point)*. Točko po prejšnjem vzoru poimenujemo s položajem gantryja, npr. »dioda 90° «. Z levim gumbom izberemo vstopišče žarka, nakar ustrezni koordinati prištejemo (odštejemo) referenčno globino.

Korak 3 ponovimo za vsa polja, v katera kanimo pritrditi diode. Če želimo izmeriti izstopno dozo katerega od žarkov, v tretjem koraku namesto njegovega vstopišča izberemo njegovo izstopišče.

Prispevke posameznih žarkov k absorbirani dozi v izbranih točkah dobimo tako (velja za XiO):

1. Izklopimo vsa polja razen glavnih (verificirali bomo le glavna polja).
2. Obtežitev glavnih polj v vseh etapah priredimo za eno frakcijo vsake etape.
3. V meniju izberemo *Reports*, nakar *Interest Point Dose*.
4. Prikazano tabelo natisnemo in jo dodamo k poročilu o obsevalnem načrtu (glej dodatek).

5. Meritve na bolniku

In vivo dozimetrija je ena od metod zagotavljanja kvalitete zdravljenja z obsevanjem: njen namen je preverjanje ujemanja dejanske absorbirane doze z načrtovano. Slika porazdelitve absorbirane doze se jasni s številom točk, v katerih meritve opravimo, a se hkrati z njim daljša tudi čas postopka. V praksi se omejimo na meritve vstopnih in izstopnih doz glavnih obsevalnih polj, delna pa zaenkrat zanemarimo. V kolikor v obsevalnem načrtu ni drugače opisano (ali iz kakršnega koli drugačnega razloga to ni možno), se diode pričvrstijo na vstopišča žarkov. Smiselno je, da diode vselej nameščamo v istem vrstnem redu glede na zasuk gantryja: naj pripada dioda #1 polju z najmanjšim zasukom gantryja, dioda #2 polju z drugim najmanjšim gantryjem in tako naprej v smeri urinega kazalca. Pomembno je, da smo pri polaganju diod karseda natančni (še posebej to velja za polja s klinom) in da se diode čim bolj prilegajo površini na katero so nalepljene.

Postopek je sledeč:

1. Računalnik povežemo z elektrometrom.
2. Vsaj 20 minut pred prvo meritvijo prižgemo elektrometer.
3. Zaženemo program DPDpc.
4. Namestimo diode na pacienta.
5. Diode resetiramo s pritiskom na *Reset*.
6. Obsevamo polje.
7. Odčitamo rezultat meritve in ga vpišemo poleg načrtovane vrednosti v poročilo o obsevalnem načrtu. K imenu diode (npr. »dioda 90«) pripišemo številko diode.
8. Če smo diodo pritrdili zunaj vstopišča (izstopišča), to opišemo z besedami in s skico.
9. Ob zaključku dne elektrometer izključimo.

Za preostala polja in diode ponovimo korake od 5 do 8.

6. Preverjanje rezultatov meritev

Da bi iz rezultatov meritev iz 7. točke prejšnjega poglavja dobili dejanske doze, jih moramo še pomnožiti z ustreznimi korekcijskimi faktorji. To opravimo po sledečem receptu:

1. V impacu izberemo ustreznega bolnika.
2. Gremo na *File*, na *Import/Export* in končno *RTP Export*. Podatke izbranega bolnika izvozimo v mapo *c:\In vivo\Uvoz*.
3. Zapustimo impac in z namizja zaženemo excelovo aplikacijo 4Doza.
4. Omogočimo makre (*Enable macros*).
5. Pritisnemo na gumb *Uvozi datoteke!*
6. V polje *Diode #* vpišemo številko diode, v polje *eXit* vpišemo x ali X, če gre za meritev izstopne doze, v polje *Reading* rezultat meritve, v polja *Planned* pa načrtovano dozo.
7. Če je odstopanje (*Deviation*) med slednjima preveliko, se pri naslednjem obsevanju opravi dodatna meritev z nadzorom in iskanjem vzroka.

7. Tolerance odstopanje in ukrepi ob prekoračitvi

V uvodnem sklopu meritev na vsakem aparatu se tolerance in ukrepi definirajo le za meritve vstopne doze.

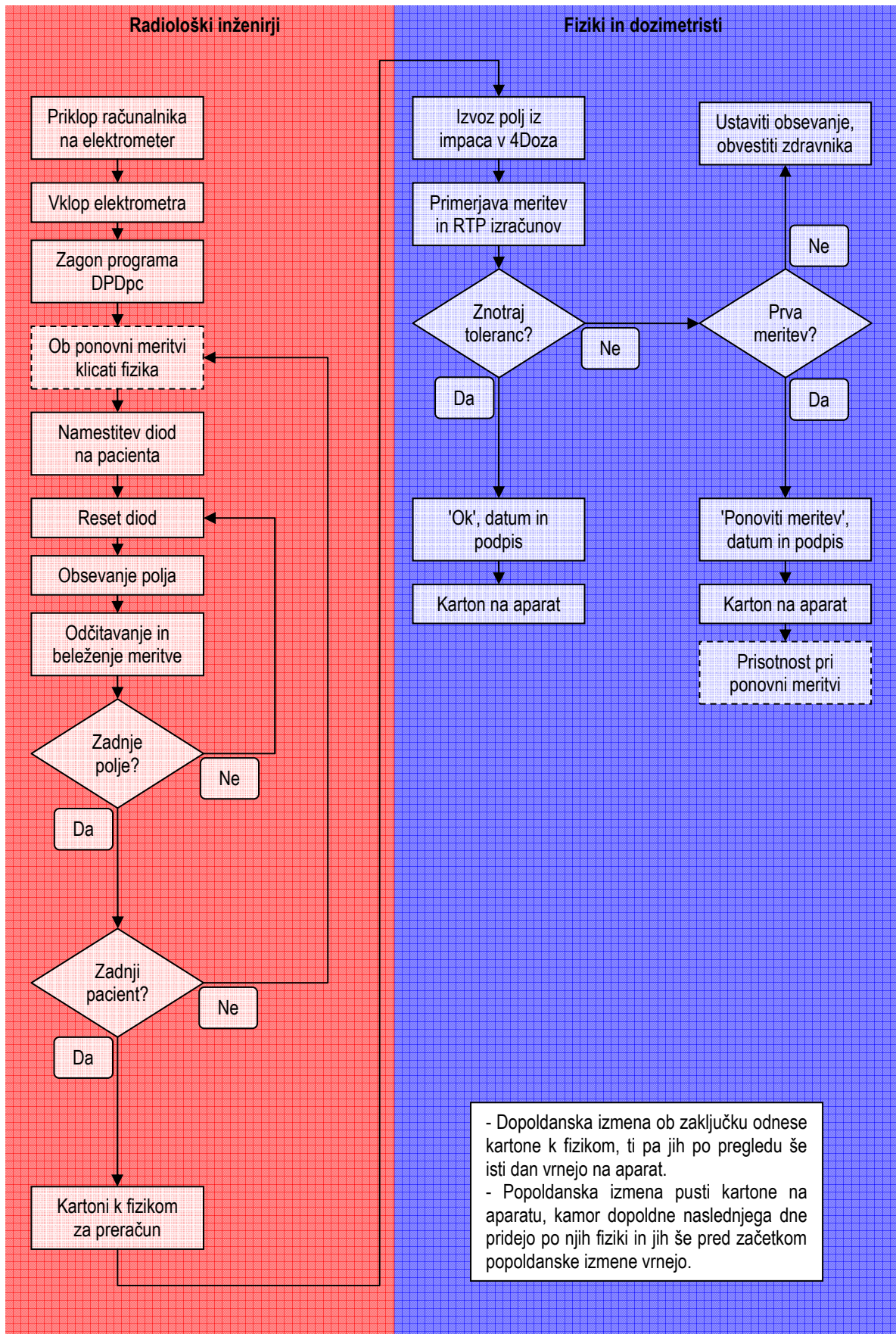
Odstopanja se ugotavljajo po preračunu s korekcijskimi faktorji (poglavje 6). V kolikor presežejo 5% pri meritvah vstopne in 8% pri meritvah izstopne doze, se ponovno pregleda obsevalni načrt (tolerance veljajo le za aparat 4, na aparatu 3 še vedno poteka pilotska študija). Pri naslednjem obsevanju bolnika se meritev ponovi ob zaželeni navzočnosti zadolženega dozimetrista oziroma fizika. Posebno pozornost se nameni legam diod v poljih in oddaljenostim od izvora. Slednje se tudi zabeleži. Če so rezultati tudi v drugo zunaj sprejetih meja, se obsevanje ustavi in fizik oz. dozimetrist o tem obvesti zdravnika.

8. Diagram poteka in primer poročila

(Glej strani 5 in 6!)

9. Reference

1. ESTRO booklet no. 5: Practical Guidelines For The Implementation Of In Vivo Dosimetry With Diodes In External Radiotherapy With Photon Beams (Entrance Dose)
2. ESTRO booklet no. 1: Methods For In Vivo Dosimetry In External Radiotherapy



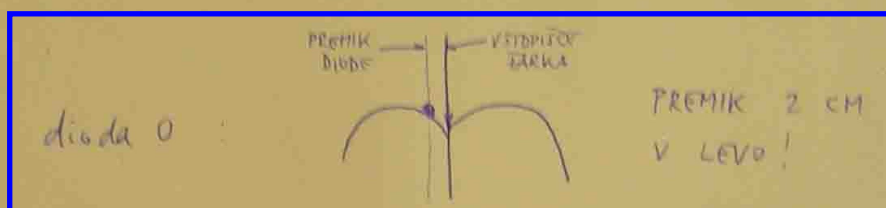
Opomba: Okvirja, ki sta črtkana, sta med seboj vsebinsko povezana.

Interest Point Doses

Patient ID: [REDACTED]
Studysset ID: recti (image)
Plan ID:

Name: [REDACTED]
Description:
Description: PTV1

Interest Point Number	Interest Point Description/Location(cm)	Interest Point Dose Contribution From Beam Number (cGy)				Total Dose (cGy)
		3 PA	4 AP	5	5	
1	dioda 0 (-0.51, 0.00, 5.92)	45.6	53.1	46.5	38.7	183.9
2	dioda 90 (15.51, 0.00, -0.56)	21.3	0.5	86.2	0.9	108.9



OK. [Signature] 6.2.2006

Fotografija prikazuje del poročila o obsevalnem načrtu, ki je namenjen in vivo dozimetriji na bolniku s karcinomom rektuma na aparatu 4. Tabela, ki jo je izdelal planirni sistem, vsebuje prispevke štirih polj (stolpci) na dve diodi (vrstici). Diodi sta bili poimenovani »dioda 0« in »dioda 90«. Na aparatu 4 velja dogovor, da je prva dioda vselej dioda 12 s konzole na stropu, druga pa 7. To inženir tudi posebej zabeleži (rdeči krog). Posamezna polja so označena z zaporednimi številkami, ki ustrezajo številkam na planu. Zaradi nazornosti smo jim tu pripisali tudi imena (zelena kroga). Med vrednostmi iz tabele nas zanimajo zgolj tiste, ki predstavljajo bodisi vstopno bodisi izstopno dozo: v prvi vrstici sta to PA (vstopna) in AP (izstopna), v drugi pa SIN (izstopna) in DEX (vstopna). V primeru zadnjih dveh sta planirani dozi 21,3 in 86,2 cGy. Izmerjeni vrednosti pripišemo tik pod njiju: znašata 19,2 in 90,1 cGy (rumena kroga). Ker »diode 0« iz očitnih razlogov ni bilo mogoče pritrditi na vstopišče žarka, jo je inženir premaknil 2 centimetra v bolnikovo levo, pri čemer je pazil, da je še vedno znotraj polja. To je predstavil s skico in komentarjem (modri pravokotnik). Fizik (ali dozimetrist) je preveril ujemanje meritev s planiranimi vrednostmi, ki je bilo tokrat zadovoljivo, kar je izrazil z 'Ok', podpisom in datumom.