

## Nowy moduł „Direct Step and Shoot” w brachyterapii raka prostaty z modyfikowaniem natężenia dawki

Marius Treutwein, Matthias Hipp, Ludwig Bogner

*W pracy przedstawiono porównanie dwóch technik radioterapii – trójwymiarowej radioterapii konformalnej (3DCR) oraz radioterapii z modulowanym natężeniem dawki (IMRT) – celem oceny ewentualnych zalet nowej techniki IMRT typu “direct step and shoot” (DSS) w leczeniu raka prostaty.*

### Direct Step & Shoot: new module for prostate cancer intensity-modulated radiotherapy

*We have compared the techniques of three-dimensional conformal radiotherapy (3DCRT) and intensity-modulated radiotherapy (IMRT) in order to determine feasible advantages for prostate cancer patients by using a new direct step & shoot (DSS) IMRT module.*

**Słowa kluczowe:** IMRT, radioterapia konformalna, optymalizacja, rak prostaty

**Key words:** IMRT, conformal radiotherapy, optimisation, prostate cancer

#### Wstęp

Celem badania oceniającego planowanie leczenia było porównanie technik 3DCRT i IMRT, z zamiarem określenia ewentualnych korzyści obserwowanych podczas leczenia raka prostaty. W tym celu zastosowano nowy moduł DSS IMRT, stanowiący element procesu optymalizacji Nucletronu w ramach oprogramowania usprawniającego IM lub z zastosowaniem nowego modułu DSS. Wcześniejsze oprogramowanie optymalizujące IM przeprowadzało najpierw wyszukiwanie idealnej fluencji dla każdej wiązki, a następnie dokonywało segmentacji. Nowy moduł DSS pozwala na zintegrowanie segmentacji z procesem optymalizacji.

#### Materiał i metody

W okresie od marca do listopada 2006 r. czterech chorych (średnia wieku 71 lat) zostali zakwalifikowani do pierwotnego napromieniania z pól zewnętrznych (EBRT) w celu leczenia zlokalizowanego raka prostaty. Trzech spośród tych czterech chorych otrzymywało leczenie antyandrogenowe przed lub w trakcie radioterapii. U wszystkich czterech chorych przeprowadzono planowanie leczenia techniką 3DCT (co 5 mm), stosując unieruchomienie materacem próżniowym (BlueBAG BodyFIX, Medical Intelligence). W pierwszym etapie planowano (stosując Oncentra MasterPlan) podać na obszar planowanej objętości

tarczowej (PTV) 60 Gy, stosując wyliczenia dla akceleratora liniowego Siemens Primus (fotony 15 MV, kolimator wielolistkowy, szerokość listka w izocentrum – 1 cm). Programowane z góry kąty ramienia wyniosły 25°, 90°, 120°, 240°, 270° i 335°. Obszary odbytnicy i pęcherza moczowego zostały oznaczone jako organy krytyczne. Oznaczono również kontury dodatkowych struktur (nazywamy je konturami pomocniczymi) w celu ułatwienia zapobieżenia powstawaniu obszarów kumulacji dawki w zdrowych tkankach w obszarze 1 cm wokół objętości tarczowej.

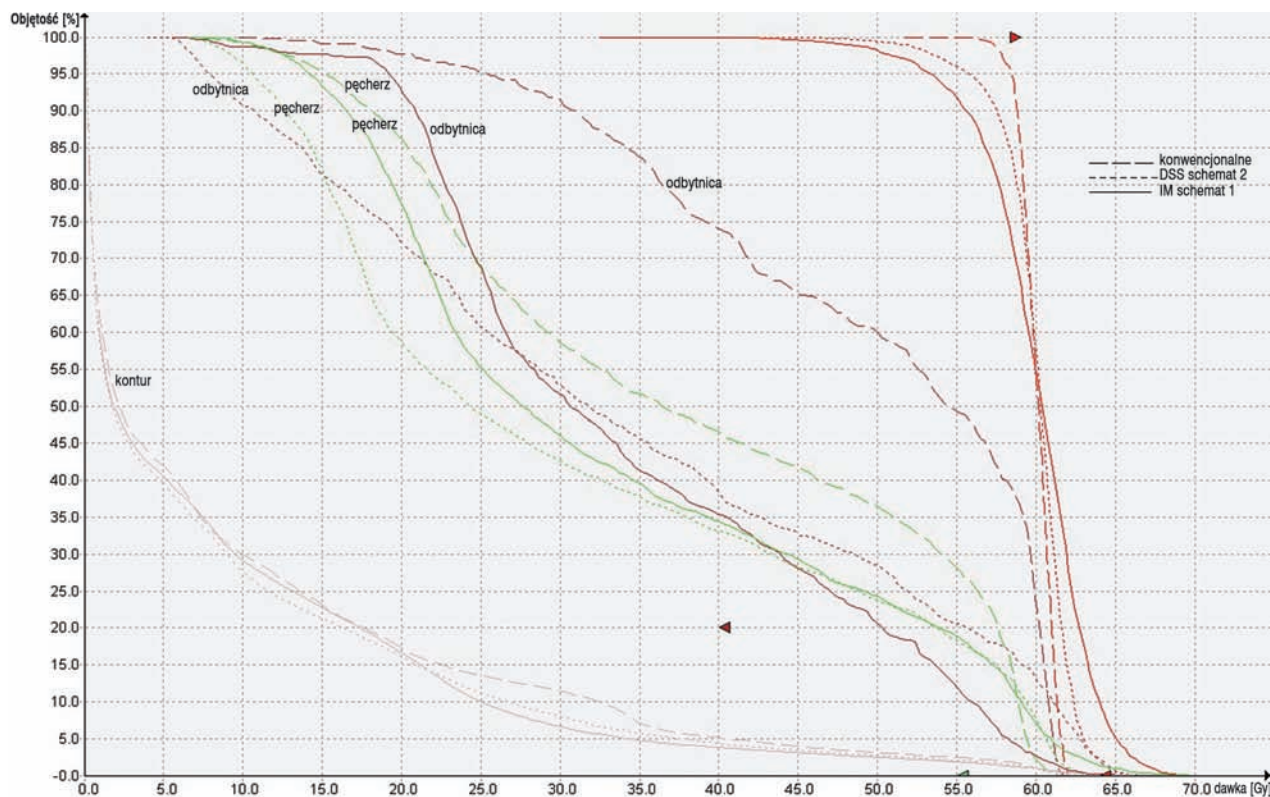
Zależności dawka-objętość zostały zdefiniowane dwójako (Tab. I). Po optymalizacji plany były ponownie normalizowane dla średniej PTV, zapewniając podanie 30 frakcji po 2 Gy. Plan leczenia wg 3DCRT zakładał identyczne kąty nachylenia ramienia, ustawiane zgodnie z posiadanym doświadczeniem.

#### Wyniki

Oba schematy optymalizacji IMRT redukują dawkę podaną na narządy krytyczne, w porównaniu z dawką podaną przy zastosowaniu planu 3DCRT. Zastosowanie oprogramowania Nucletron optymalizującego IM pozwoliło w pierwszym schemacie uzyskać zadowolające histogramy dawka-objętość dla narządów krytycznych i „zmiękczone” histogram dawka-objętość dla objętości tarczowej (w porównaniu z systemem planowania 3DCRT). Optymalizacja DSS powodowała powstanie bardziej stromego histogramu dawka-objętość dla objętości tarczowej, ale związana była z gorszymi wynikami w przypadku narządów krytycznych (w porównaniu z optymalizacją IM). Schemat 2. poprawiał histogramy dawka-objętość dla narządów krytycznych, stosując procesowanie DSS w stopniu podob-

Tab. I. Schematy dawka-objętość

Schemat	Minimalne PTV		Maksymalne PTV		Dawka OAR na 20% objętość		Kontury pomocnicze dawka maksymalna	
	dawka (Gy)	waga	dawka (Gy)	waga	dawka (Gy)	waga	dawka (Gy)	waga
1	59	3000	64	3000	40	100	55	300
2	59	3000	64	3000	40	3000	55	300



Ryc. 1. Histogram dawka-objętość dla planowanej objętości tarczowej i narządów krytycznych jednego, wybranego chorego. Takie histogramy są charakterystyczne dla wszystkich czterech chorych

nym, jak w przypadku optymalizacji IM w schemacie 1., przy czym histogram dawka-objętość dla objętości tarczowej pozostawał prawie niezmienny. Spośród wszystkich pięciu analizowanych sposobów postępowania najmniej korzystny histogram dawka-objętość dla objętości tarczowej zapewniał schemat optymalizacji IM. Na Rycinie 1.

przedstawiono histogramy dawka-objętość dla charakterystycznego planowania w systemie 3DCRT (schemat 1) i DSS (schemat 2). W Tabeli II przedstawiono średnie wartości uzyskane u czterech chorych, zarówno dla objętości tarczowej, jak i dla narządów krytycznych.

## Wnioski

W przypadku każdego chorego optymalizacja DSS powodowała ostrzejszy przebieg histogramu dawka-objętość dla planowanej objętości tarczowej niż w przypadku zastosowania procesów typu IM. Histogramy dawka-objętość dla narządów krytycznych są mniej korzystne w przypadku schematu 1., ale poprawiają się i uzyskują porównywalny poziom w przypadku schematu 2. Pacjenci odnoszą korzyść z techniki IMRT dzięki zmniejszeniu dawki na obszar narządów krytycznych przy zachowaniu bardzo stromego przebiegu histogramu dawka-objętość dla planowanej objętości tarczowej w schemacie DSS. Stosując dotychczas starą optymalizację IM należy, prze-

Tab. II. Średnie dawki dla pięciu różnych planów leczenia

Plan	Średnia planowana Gy	Średnia pęcherz Gy	Średnia odbytница Gy
3DCRT	60,3	33,8	41,1
IM schemat 1	60,2	29,6	30,7
DSS schemat 1	60,1	30,3	33,4
IM schemat 1	60,3	28,2	28,5
DSS schemat 2	60,2	28,0	29,8

chodząc na nowy system modułu DSS, zweryfikować system ważenia.

**Marius Treutwein, Dipl.-Phys (Univ.)**  
Clinic for Radiotherapy  
University of Regensburg Medical Center  
Franz-Josef-Strauss-Allee 11  
93042 Regensburg, Germany  
e-mail: marius.treutwein@klinik.uni-regensburg.de

*Otrzymano: 5 lipca 2007 r.*

*Przyjęto do druku: 13 listopada 2007 r.*