

Wojciech Leszczyński¹, Leszek Hawrylewicz¹,
Agnieszka Namysł-Kaletka²,
Jerzy Wydmański²

¹ Centrum Onkologii - Instytut im.
M. Skłodowskiej- Curie,
Oddział w Gliwicach,
Zakład Planowania Radioterapii
i Brachyterapii.
Kierownik: Prof. dr hab. n. fiz.
Krzysztof Ślosarek

² Centrum Onkologii - Instytut im.
M. Skłodowskiej- Curie,
Oddział w Gliwicach,
Zakład Radioterapii.
Kierownik: Prof. dr hab. n. med.
Leszek Miszczuk

Address for correspondence/
Adres do korespondencji:

Wojciech Leszczyński
Zakład Planowania Radioterapii i
Brachyterapii Centrum Onkologii
- Instytut im. M. Skłodowskiej- Curie,
Oddział w Gliwicach
ul. Wybrzeże Armii Krajowej 15,
44-101 Gliwice,
tel. +48 784 981 877
e-mail: wleszczyński@io.gliwice.pl

Received: 27.01.2014
Accepted: 12.02.2014
Published: 27.03.2014

STATISTIC STATYSTYKA

Word count Liczba słów	994
Tables Tabele	0
Figures Ryciny	0
References Piśmiennictwo	9

Praca powstała w ramach grantu NN nr
403283140

Description of non-complanar conformal radiotherapy technique used in stomach cancer patients

Opis niekoplanarnej konformalnej techniki radioterapii stosowanej u chorych na raka żołądka

Review article/Artykuł poglądowy

Summary

The aim of this study is description of non-complanar technique used in post-operative radiotherapy in stomach cancer patient. Implementation of this technique in described case in essential way improved dose distribution in PTV volume simultaneously reduced the dose in OAR volume, particularly in left kidney. Thus the dose distribution is more conformal than in two-fields technique which is recommended by INT-0116 results. This technique may indicate better tolerance of treatment and reduce risk of left kidney injury.

Key words: stomach cancer, conformal radiotherapy, non-complanar technique

Streszczenie

Celem pracy jest opis niekoplanarnej techniki kooperacyjnej radioterapii zastosowanej u chorego na raka żołądka. Wprowadzenie tej techniki w opisywanym przypadku w istotny sposób poprawia rozkład dawki w obszarze PTV, przy jednoczesnym, lepszym oszczędzaniu narządów krytycznych, a w szczególności nerki lewej. Dzięki temu rozkład dawki staje się bardziej konformalny w stosunku do dwupolowej techniki rekomendowanej od czasu publikacji wyników badania INT- 0116. Ta technika leczenia może wpłynąć na lepszą tolerancję leczenia i obniżenie ryzyka uszkodzenia lewej nerki.

Słowa kluczowe: rak żołądka, radioterapia konformalna, technika niekoplanarna

WSTĘP

Rak żołądka jest jedną z głównych przyczyn zgonów w Polsce z powodu chorób nowotworowych. W 2010 roku nowotwór ten spowodował zgon 3486 mężczyzn i 1878 kobiet, co stanowi czwartą co do częstości występowania przyczynę zgonów na nowotwory u mężczyzn i siódmą wśród kobiet [1].

W Europie 5-letnie przeżycie u chorych na raka żołądka wynosi od 10% do 30%, natomiast w Polsce 14% [2,3,4]. Rokowanie zależy od stopnia zaawansowania nowotworu. Najlepsze wyniki leczenia obserwuje się u chorych na wczesnego raka żołądka, u których 5-letnie przeżycie wynosi od 58% do 96%. W IV stopniu zaawansowania ulega ono gwałtownemu obniżeniu do 3-16% [2]. Podstawową metodą leczenia chorych na raka żołądka jest zabieg chirurgiczny [5,8]. Samodzielne, radykalne leczenie chirurgiczne jest wystarczające u chorych na wczesnego raka żołądka [9]. U większości chorych rak żołądka jest rozpoznawany w stadium miejscowo zaawansowanym lub w stadium rozsiewu. Radykalną operację (R0) można przeprowadzić jedynie u mniej niż 50% chorych [10].

W stopniu zaawansowania nowotworu pT₂₋₄ N₀₋₃ lub pT₁ N₁₋₃ stosuje się pooperacyjną radiochemioterapię, która stała się standardem postępowania od czasu opublikowania wyników badania INT-0116 [11,12]. Pooperacyjna radiochemioterapia poprawia zarówno miejscowe wyleczenie, jak również 5-letnie przeżycie o około 15%, w porównaniu do samodzielnego leczenia operacyjnego.

W radioterapii raka żołądka nadal często stosowane są techniki konformalne (Conformal Radiotherapy – CRT), w których kształt pola napromieniania dopasowany jest do obszaru tarczowego (Planning Treatment Volume – PTV), wyznaczonego w oparciu obrazowania

TK (i inne pomocnicze badania obrazowe, np. PET - CT, MR) [6,7]. Podstawą poprawnego wykonania planu leczenia jest podanie założonej dawki w obszarze tarczowym z jednoczesnym ograniczeniem dawki w narządach krytycznych znajdujących się w sąsiedztwie PTV w szczególności dla nerek i wątroby. Jedną z technik konformalnych stosowanych w wielu ośrodkach onkologicznych jest technika dwóch pól naprzeciwległych, przedstawiona przez MacDonalda [11]. Jednak ze względu na wysokie ryzyko powikłań popromiennych 3 i 4 stopnia powinna być traktowana jako technika historyczna.

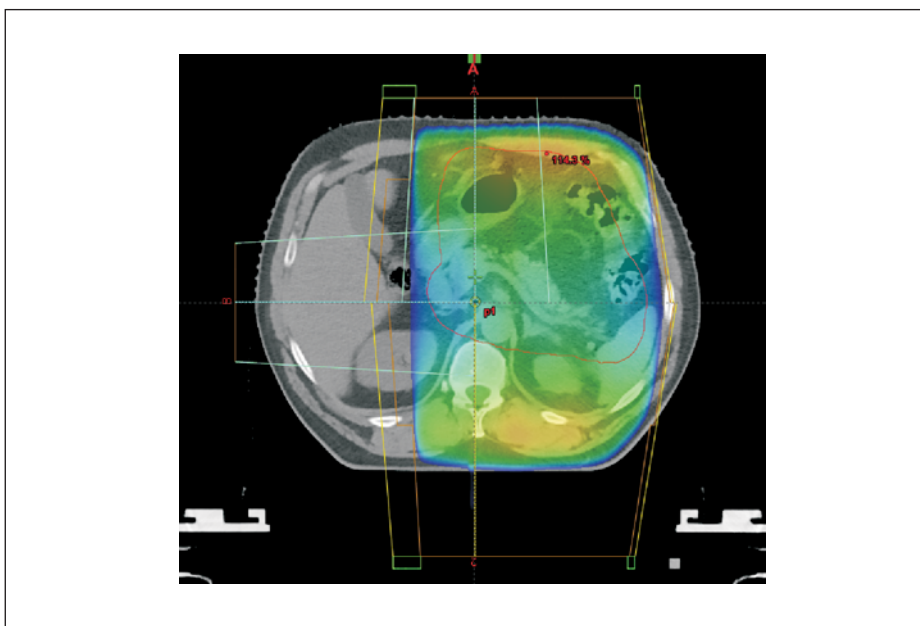
Zastosowanie technik trójpolowych lub wielopolowych może w istotny sposób poprawić rozkład dawki w obszarze PTV, przy jednoczesnym, lepszym oszczędzaniu narządów krytycznych [7]. Przedmiotem badań własnych jest technika niekoplanarnej radioterapii pozwalająca na ograniczenie dawki w narządach krytycznych, a w szczególności w lewej nerce.

OPIS METODY

Pierwszym etapem planowania pooperacyjnej radioterapii jest ułożenie pacjenta w pozycji terapeutycznej na plecach. W celu lepszej stabilizacji i powtarzalności ułożenia stosuje się maski termoplastyczne na obszar klatki piersiowej i jamy brzusznej. Zaleca się wykonanie tomografii komputerowej o przekrojach co 3-4mm. Podanie kontrastu pozwala na lepsze uwidocznienie naczyń krwionośnych i ułatwia konturowanie obszarów węzłowych.

Uzyskane dane, przesyłane są do systemu planowania leczenia (TPS), w którym wprowadza się obrysy obszarów tarczowych (określonego jako CTV i PTV) oraz narządy krytyczne (nerki, wątroba, jelita, trzustka, rdzeń kręgowy, serce oraz płuca). Obszar CTV obejmuje łożę po żołądku oraz regionalne węzły chłonne, tj. węzły: pnia

Ryc. 1. Rozkład dawki w technice dwóch pól AP-PA. Na rysunku widoczne również pola weryfikacyjne kV: 0° i 270° (oznaczone kolorem niebieskim)



trzewnego, śledzionowe, trzustkowo-dwunastnicze, nadtrzustkowe, żyły wrotnej, okołoaortalne, okołoprzełykowe oraz okołożołądkowe w przypadku częściowych gastrektomii [2]. Obszar PTV wyznacza 1cm margines wokół CTV [13].

W pooperacyjnej radioterapii chorych na raka żołądka planowana dawka całkowita wynosi 45Gy w 25 frakcjach. W przypadku resekcji R1 należy rozważyć dopromienienie zajętego marginesu do dawki całkowitej 50.4Gy.

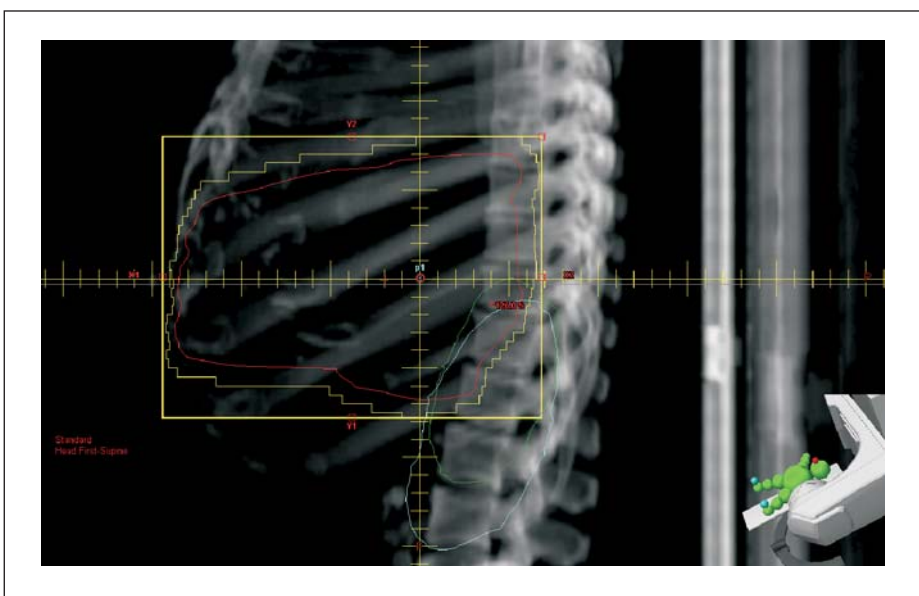
Technika dwóch pól naprzeciwległych polega na zastosowaniu prostego modelu, w którym planując rozkład dawki wprowadza się dwie wiązki terapeutyczne; (AP i PA) pod kątami 0 i 180 stopni (Ryc.1). Stosując

kolimator wielolistkowy lub osłony indywidualne wyznacza się kształt pola w oparciu o kształt obszarów tarczowych.

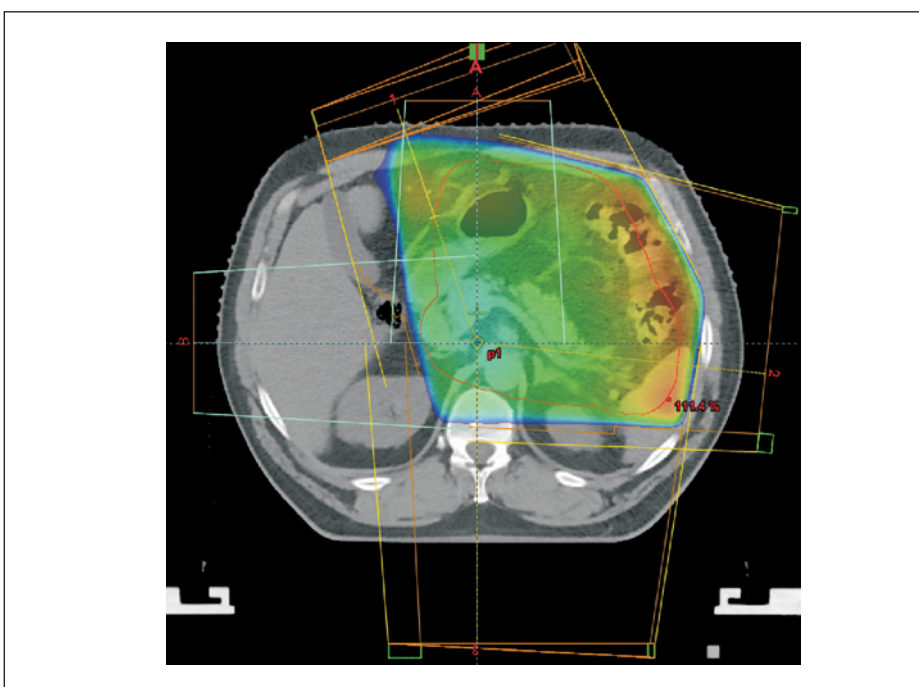
W technikach trójpolowych, do wyżej opisanej techniki dodana zostaje trzecia wiązka pod kątem zbliżonym do 90 stopni. Kąt głowicy akceleratora dobierany jest tak, aby kontury obu nerek pokrywały się (Ryc. 2). Uzyskany rozkład dawki znacząco obniża dawkę całkowitą pochłoniętą przez nerki natomiast nie pogarsza rozkładu dawki w CTV i PTV (Ryc. 3).

Stosując technikę trójpolową warto rozważyć modyfikację pola AP w celu lepszej ochrony nerek. Własna opisywana modyfikacja polega na wprowadzeniu rotacji stołu terapeutycznego o kąt od 25° do 90° oraz obrót

Ryc. 2. Widok Beams Eye View (BEV) trzeciej wiązki leczenia, której kat dobiera się tak, aby kontury obu nerek się pokryły



Ryc. 3. Rozkład dawki w technice trójpolowej



głowicy, której kąt dobrać powinno się w taki sposób, aby w możliwie największym stopniu ochronić nerki. Najczęściej kąt ten wynosi od 10 do 30 stopni (głowica akceleratora skierowana w kierunku dogłowowym), (Ryc. 4). Modyfikacja ta nie pogarsza rozkładu dawki w CTV i PTV. W celu zwiększenia komformalności planu rozważyć należy zastosowanie klinów mechanicznych lub dynamicznych w celu zmniejszenia obszarów dawki powyżej 100% oraz podniesienia dawki minimalnej w PTV (Ryc.5).

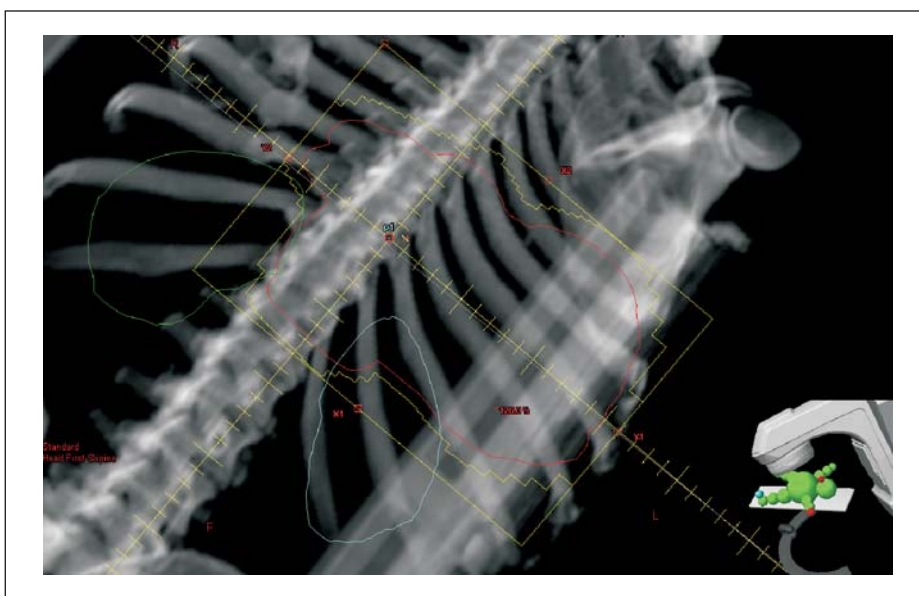
W radioterapii pooperacyjnej raka żołądka stosuje się również techniki wielopolowe w zależności od możliwości i doświadczeń ośrodka radioterapeutycznego. W technikach tych nie ma zastosowania szczegółowy opis

wprowadzanych pól napromieniania. Dążąc do wysoce konformalnego planu leczenia każda z wiązek (kąt głowicy, kształt generowany przez MLC, marginesy i stosowane akcesoria) dobierana jest indywidualnie przez fizyka planującego.

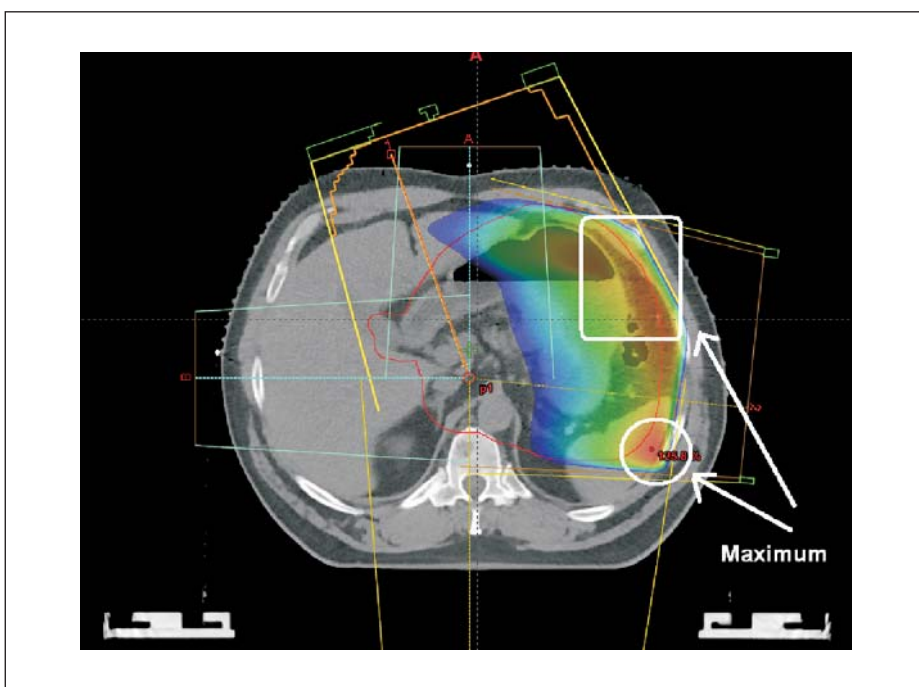
Pomimo rekomendacji INT-0116 mówiącej o stosowaniu techniki AP - PA w radioterapii pooperacyjnej raka żołądka [11] odchodzi się od stosowania tej metody napromieniania [6,7].

Należy zwrócić uwagę iż stosując technikę dwupolową często dochodzi do przekroczenia dawki tolerancji dla nerki lewej oraz rdzenia kręgowego. Innym niekorzystnym zjawiskiem jest występowanie obszaru dawki o wartości wyższej niż dopuszczalne 107% poza obsza-

Ryc. 4. Widok BEV pierwszej wiązki leczenia. Ustawienie niekoplanarne pola ochronia nerkę lewą. Własna modyfikacja



Ryc. 5. Rozkład dawki na przekroju poprzecznym dla techniki trójpolowej. Konturem oznaczono miejsca w których występuje przekroczenie dawki maksymalnej (hot spot). W celu minimalizacji dawki w tych obszarach stosuje się kliny mechaniczne lub dynamiczne



rem PTV (Ryc.6). Zamiennie stosować się więc powinno technikę trójpolową z niekoplanarnym ustawieniem wiązek leczenia. Zastosowanie dodatkowego trzeciego pola (Ryc. 3) poprawia konformalności planu leczenia.

PORÓWNANIE TECHNIKI 2- I 3-POLOWEJ

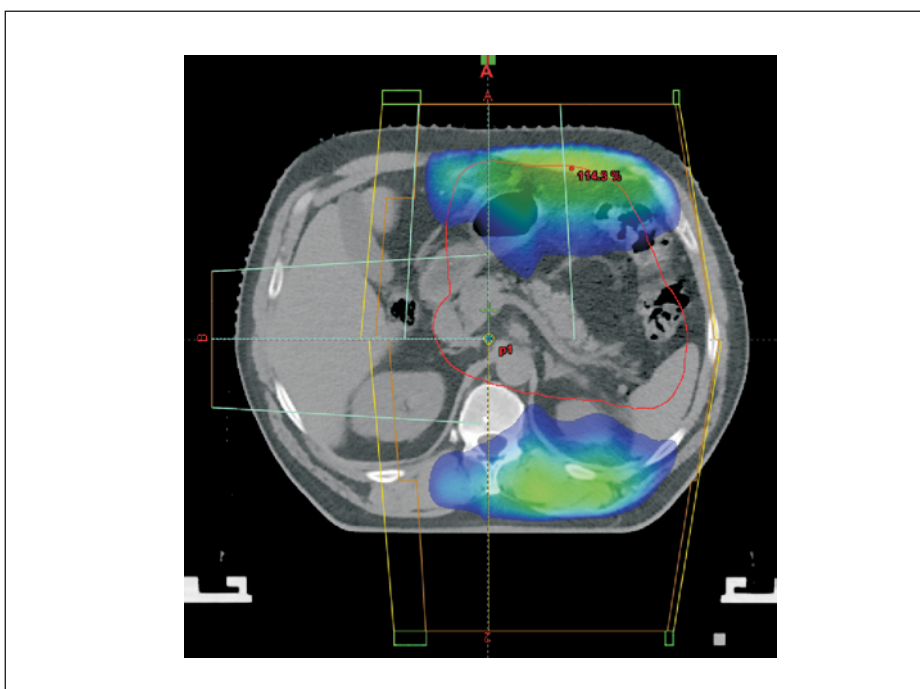
Dla porównania wykonano plany leczenia w technice dwu i trójpolowej z użyciem energii 20MV. Dla pierwszej techniki została przekroczona dawka tolerancji na rdzeń kręgowy (49.1Gy) oraz dawka na nerkę po stronie lewej, gdzie 37% objętości nerki otrzymało dawkę co najmniej 20Gy. Dla techniki trójpolowej dawki zostały zredukowane do akceptowalnego poziomu, tj. dla rdzenia kręgowego

wego dawka maksymalna wyniosła 35.5Gy natomiast dla nerki lewej izodoza 20Gy objęła 24% jej objętości (Ryc. 7). Dawki minimalne dla obszaru tarczowego były porównywalne dla obydwu technik i wyniosły Dmin 42.9Gy i 42.6Gy.

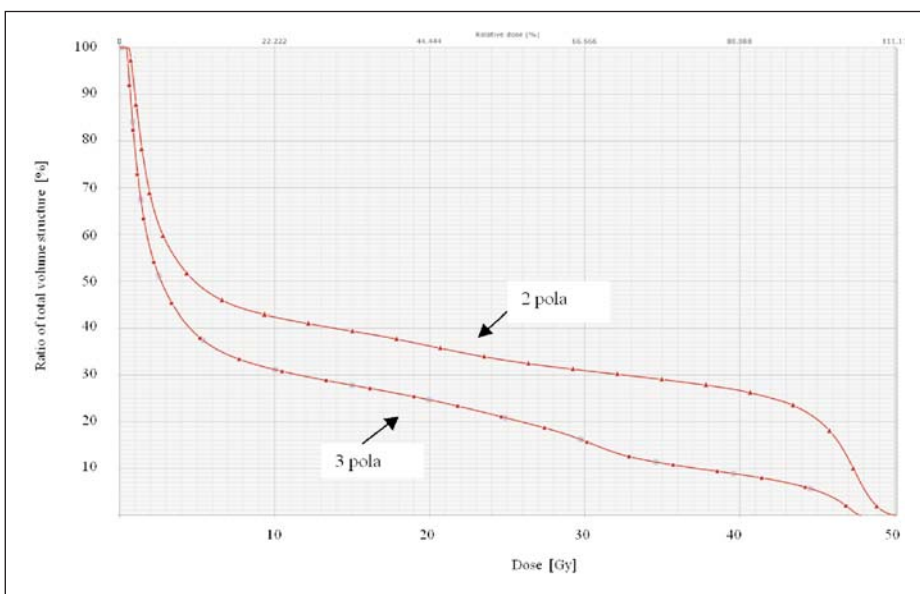
DYSKUSJA

Niedoskonałość techniki AP-PA została przedstawiona przez Soyfer V. i wsp., gdzie porównano dwa naprzeciwległe pola do techniki czteropolowej (box) z niekoplanarnym ustawieniem wiązek leczenia [7]. Badano rozkład dawki w obszarach tarczowych i w narządach krytycznych w grupie 19 chorych. W wszystkich planach CTV objęte

Ryc. 6. W technice dwupolowej dawka maksymalna jest zlokalizowana poza obszarem PTV



Ryc. 7. Histogram dawka-objętość (Dose Volume Histogram) dla nerki lewej przy zastosowaniu techniki dwu i trójpolowej



było dawką terapeutyczną. Dla techniki AP-PA średnia dawka uzyskana dla kanału kręgowego wyniosła ponad 51Gy, natomiast dla techniki niekoplanarnej box 39Gy. Nerki podzielono na dwie grupy, dystalną i proksymalną, w zależności od położenia narządu w stosunku do CTV.

Dla techniki AP-PA w nerkach położonych bliżej CTV uzyskano dawkę 20Gy (V20) w objętości 52.5%, dla techniki box 55.2%. Dla nerek położonych dystalnie od CTV, w technice dwupolowej uzyskano dawkę 20Gy w 30.8%, natomiast w technice box 30.6%.

Rezygnację z techniki dwóch pól naprzeciwległych proponuje również inny autor, Leong T. i wsp., który porównuje technikę AP-PA z technikami 6- polowymi (technika półwiązek) [6]. Leong wykazuje, że proponowane przez niego techniki wielopolowe pozwalają na pokrycie 99% objętości PTV 95% dawki zadanej, a dwupolowe 93%. W technice AP-PA uzyskano pokrycie izodozą 95% tylko 71% objętości PTV. W pracy wykazano, że dzięki zastosowaniu techniki wielopolowej dochodzi do redukcji dawki w narządach krytycznych (rdzeń krę-

gowy, nerki) dzięki czemu potencjalnie zmniejsza się toksyczność leczenia.

Opierając się na doświadczeniu w planowaniu leczenia promieniami chorych na raka żołądka we wcześniejszych latach, u których zdecydowano na wykorzystanie techniki trójpolowej z niekoplanarnym ułożeniem wiązek zdecydowano na wskazanie opisanej techniki jako korzystniejszej w porównaniu z techniką dwóch pól naprzeciwległych.

WNIOSKI

Opisywana własna technika trójpolowa z niekoplanarnym ustawieniem wiązek leczenia polepsza konformalność rozkładu dawki i jednocześnie może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka powikłań popromiennych. Technika ta, wypiera klasyczną technikę dwóch pól AP-PA, ponieważ daje lepsze dopasowanie dawki terapeutycznej do formy przestrzennej CTV i PTV i potencjalnie może zredukować toksyczność leczenia. Technika trójpolowa powinna stać się standardem w planowaniu radioterapii raka żołądka.

References/Piśmiennictwo:

1. Centrum Onkologii, Raport na podstawie danych , <http://epid.coi.waw.pl/krm/>
2. Wydmański J., Zbadanie skuteczności i tolerancji przedoperacyjnej i pooperacyjnej radiochemioterapii u chorych na raka żołądka. *Nowotwory, Journal of Oncology*. 2008, vol. 58, suplement 5, (8- 16).
3. Szawłowski A.W., Krytyczne spojrzenie na możliwości leczenia nowotworów złośliwych górnego odcinka układu pokarmowego. *Współczesna Onkologia* (2000), vol.4; 5 (218-222).
4. Wroński K., Gastrektomia totalna jako typowy zabieg wysokospecjalistyczny. *Współczesna Onkologia* (2007) vol. 11, 6 (305- 311).
5. Bandurski R, Zaręba K, Kędra B, Kondej- Muszyńska K, Wróblewski E, Kaczmarek M., Chory z zespoleniem przełykowo- dwunastniczym po całkowitym wycięciu żołądka z powodu raka- 22 letnia obserwacja. *Przegląd Gastroenterologiczny* 2011; 6 (5): 328- 333.
6. Leong T, Willis D, Lim Joon D, Condron S, Hui A, Nagan S., 3D Conformal radiotherapy for gastric cancer - results of a comparative planning study. *Radiotherapy and Oncology* 74 (2005) 301- 306.
7. Soyfer V, Corn BW, Melamud A, Alani S, Tempelhof H, Agai R, Shmueli A, Figer A, Kovner F., Three- Dimensional non- coplanar radiotherapy yields better results than traditional beam arrangements for adjuvant treatment of gastric cancer. *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, Vol. 69, No. 2, pp. 364–369, 2007.
8. Skowrońska-Gardas A, Chojnacka M, Pedziwiatr K, Słoniewska A, Kaczyńska- Morawska M, Buszko A, Woźniak-Asendrych A, Lewandowski T, Michalski W., Ocena skuteczności pooperacyjnej radiochemioterapii u chorych na raka żołądka. *Nowotwory Journal of Oncology* (2011), volume 61, numer 3, 244- 251.
9. Ciepela I, Kędzierawski P, Florek A, Gózdź S, Mężyk R., Ocena skuteczności i tolerancji pooperacyjnej radiochemioterapii u chorych na raka żołądka w materiale Świętokrzyskiego Centrum Onkologii w Kielcach. *Współczesna Onkologia* (2010) vol. 14; 3 (217- 222).
10. Wroński K, Plużański A, Jakubik J, Kaczmarek M, Jeziorski A. Postępowanie w przypadku wodobrzusza u chorych z zaawansowanym rakiem żołądka. *Współczesna Onkologia* (2007) vol. 11; 6 (312- 317).
11. MacDonald JS., Role of Post- Operative Chemoradiation in Resected Gastric Cancer. *Journal of Surgical Oncology (Seminars)* 2005; 90: 166-170.
12. Susan A, McCloskey, Yang GY., Benefits and Challenges of Radiation Therapy in Gastric Cancer: Techniques for Improving Outcomes. *Gastrointest Cancer Res* 3:15–19. 2009.
13. Wydmański J, Mohanti BK, An appraisal of radiation therapy techniques for adjuvant and neoadjuvant therapy in gastric cancer. *Journal of Radiotherapy in Practice* (2008) 7, (67- 75).