

Metoda zapewnienia jakości brachyterapii endorektalnej o wysokiej mocy dawki

Slobodan Devic, Té Vuong, Michael Evans, Ervin Podgorsak

Opisujemy opracowaną przez nas metodę zapewnienia jakości przedoperacyjnej brachyterapii o wysokiej mocy dawki (HDR) w guzach odbytnicy. Dla powodzenia leczenia kluczowe znaczenie ma codzienne powtarzanie rozkładu dawki, zgodnego z planem leczenia. Symetria cylindryczna urządzenia pociąga za sobą konieczność uwzględnienia dwóch rodzajów poprawek: na możliwość obrotu aplikatora wokół osi oraz przesunięcia dawki wzdłuż osi aplikatora.

Endorectal high dose rate brachytherapy quality assurance

We describe our quality assurance method for preoperative high dose rate (HDR) brachytherapy of endorectal tumours. Reproduction of the treatment planning dose distribution on a daily basis is crucial for treatment success. Due to the cylindrical symmetry, two types of adjustments are necessary: applicator rotation and dose distribution shift along the applicator axis.

Słowa kluczowe: rak odbytnicy, zapewnianie jakości, brachyterapia o wysokiej mocy dawki

Key words: endorectal cancer, quality assurance, high dose rate brachytherapy

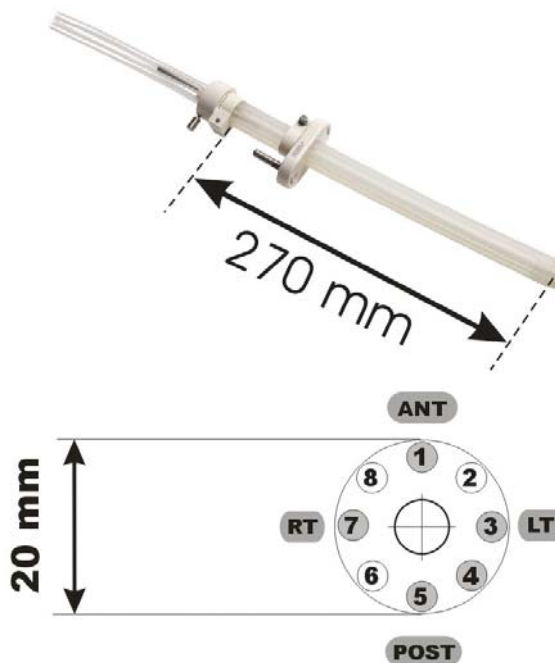
Wstęp

Brachyterapia została wprowadzona do leczenia raka odbytnicy przez Papillona we wczesnych latach 70. [1] i okazała się wysoce efektywną i dobrze tolerowaną metodą radykalnego leczenia raka odbytnicy [2]. W Centrum Medycznym Uniwersytetu McGilla opracowano technikę brachyterapii endorektalnej, mającej na celu zmniejszenie stopnia zaawansowania guza przed operacją, opartą na obrazowaniu trójwymiarowym, systemie planowania leczenia za pomocą TK oraz systemie HDR ze zdalnym ładowaniem źródeł. Ponieważ podana dawka jest frakcjonowana (26 Gy w czterech dawkach dzień po dniu), codzienne powtarzanie rozkładu dawki zgodnego z planem leczenia ma kluczowe znaczenie. Przedstawiamy procedurę zapewnienia jakości, opracowaną przez nas w celu zachowania powtarzalności dawek codziennie podawanych pacjentom.

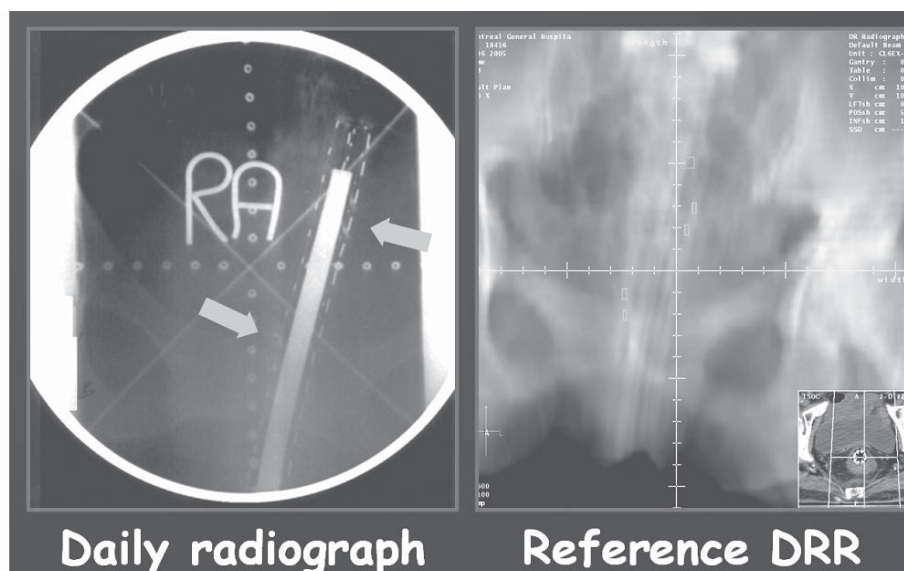
Materiały i metody

W badaniu zastosowano cylindryczny aplikator (o długości 27 cm i średnicy 2 cm), przeznaczony do wprowadzania do jam ciała (Nucletron; Veenendaal, Holandia). Jak pokazano na Rycinie 1, na obwodzie aplikatora rozmieszczono równomiernie

(w równych odstępach kątowych) kanały dla ośmiu cewników; dodatkowy cewnik może być również wprowadzony do centralnego światła aplikatora. Aplikator wykonany jest z elastycznego tworzywa silikonowego, umożliwiającego łatwe wprowadzanie urządzenia i przemieszczanie go w odbytnicy i esicy. Rycina 1 przedstawia również schematycznie konwencję oznaczeń stoso-



Ryc. 1. Aplikator przeznaczony do wprowadzania do jam ciała; dolny schemat przedstawia konwencję oznaczania cewników (1-8) oraz cewniki ze znacznikami rentgenowskimi (1, 3, 4, 5 i 7; szare koła)



Ryc. 2. Porównanie zdjęcia przed podaniem kolejnej dawki z obrazem referencyjnym (DRR). Widoczne przesunięcie o 1 cm wzdłuż osi aplikatora. Ułożenie znaczników rentgenowskich wskazuje ponadto, że nie nastąpiła rotacja cewników w odniesieniu do zaplanowanego położenia

wanych przez nas do identyfikacji kanałów podczas ładowania (od 1 do 8) oraz cewniki, do których wprowadzane są oznaczone kodem znaczniki rentgenowskie (szare koła: 1, 3, 4, 5 i 7), stosowane w celu oceny powtarzalności położenia aplikatora.

Po zakończeniu klinicznej i radiologicznej oceny nowotworu z zastosowaniem bezpośredniej rektoskopii proksymalnej i dystalnej brzeg guza oznaczane są zaciskami nieprzenikliwymi dla promieni Roentgena. Zaciski te są następnie wykorzystywane do kontroli pozycji aplikatora przy codziennym leczeniu. Cylindryczny kształt aplikatora powoduje, że codzienne powtarzanie rozkładu dawki, zgodnego z planem leczenia, wymaga wykonania dwóch głównych czynności.

Konieczne może być przesunięcie aplikatora wzdłuż osi, w przypadku gdy nie został on wprowadzony do światła odbytnicy na zaplanowaną głębokość. Zakres przesunięcia określany jest poprzez porównanie aktualnego obrazu radiologicznego ze zrekonstruowanym cyfrowo obrazem (*digitally reconstructed radiograph* – DRR), sporządzonym podczas opracowywania planu leczenia. Codziennie należy również dokonywać poprawki na przemieszczenie kanałów związane z obrotem aplikatora wokół osi długiej. W tym celu użyliśmy wprowadzanych do kanałów znaczników radiologicznych, oznaczonych indywidualnym kodem, wyraźnie widocznych w obrazie radiologicznym. Po obrocie aplikatora wykonuje się ponowne zdjęcie; procedura ta jest powtarzana do czasu uzyskania właściwej pozycji aplikatora.

Wyniki

Rycina 2 przedstawia zestaw obrazów referencyjnych (DRR) oraz zdjęcie wykonane codziennie przed podaniem kolejnej dawki. Strzałki wskazują położenie zacisków na zdjęciu. Jak widać na Rycinie 2, tego dnia zaciski dystalne znalazły się w odległości 3 cm od pierwszej pozycji aplikatora (*first dwell position* – FDP), podczas gdy na DRR zaciski te znajdowały się 2 cm od FDP.

Tego dnia zastosowano rozkład dawki z przesunięciem o 1 cm poniżej rozkładu planowanego. Efekt ten uzyskano poprzez zmianę odległości FDP. Zamiast wartości nominalnej 1209 mm tego dnia wszystkie wprowadzane cewniki nastawiono na 1109 mm. Korekcji można też dokonać poprzez przesunięcie aplikatora. Druga metoda

jest jednak bardziej czasochłonna i wiąże się z wyższym prawdopodobieństwem błędu. Na Rycinie 2 można również sprawdzić, czy znaczniki rentgenowskie zostały odpowiednio rozmieszczone. Znaczniki te umieszczono w kanałach 1, 3, 5 i 7. Na Rycinie 2 widać, że kanały 1 i 5 znajdują się jeden nad drugim.

Wnioski

Opisano dostosowane do indywidualnego pacjenta procedury zapewnienia jakości przedoperacyjnej endorektalnej brachyterapii HDR. Dla powodzenia frakcjonowanej brachyterapii, opartej na obrazowaniu trójwymiarowym, kluczowe znaczenie ma codzienne powtarzanie rozkładu dawki, zgodnego z planem leczenia. Symetria cylindryczna urządzenia pociąga za sobą konieczność uwzględnienia dwóch rodzajów poprawek: na możliwość obrotu aplikatora wokół osi oraz przesunięcia dawki wzdłuż osi aplikatora.

Slobodan Devic PhD
McGill University Health Centre
Montreal General Hospital
1650 Cedar Avenue
Montreal
H3G 1A4 Quebec
Canada

Piśmiennictwo

1. Papillon J. Endocavitary Irradiation in the curative treatment of early rectal cancers. *Dis Colon Rectum* 1974; 17: 172-80.
2. Vuong T, Belliveau P, Michel R i wsp. Conformal preoperative endorectal brachytherapy treatment for locally advanced rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 2002; 45:14861-95.

Otrzymano: 26 września 2007 r.
Przyjęto do druku: 12 listopada 2007 r.