



Porównanie weryfikacji dozymetrii portalowej EPID i RadCalc dla planów leczenia prostaty metodą VMAT

Comparison of EPID and RadCalc portal dosimetry verification for prostate treatment plans using the VMAT method

Adam Gądek, Dominika Plaza, Łukasz Sroka, Marta Reudelsdorf-Ullmann, Krzysztof Ślosarek

Zakład Planowania Radioterapii, Narodowy Instytut Onkologii im. M. Skłodowskiej-Curie Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Gliwicach, ul. Wybrzeże Armii Krajowej 15, 44-102 Gliwice, tel. +48 32 278 88 86, e-mail: adam.gadek@io.gliwice.pl

Wprowadzenie

W ostatnich latach można zauważyć bardzo duży postęp w technikach radioterapii nowotworów. Planowanie technik stacjonarnych, konformalnych zostaje zastąpione wykorzystaniem technik dynamicznych. Wprowadzone kilkanaście lat temu nowe techniki dynamiczne IMRT (ang. *Intensity Modulated Radiation Therapy*) oraz VMAT (ang. *Volumetric Modulated Arc Therapy*) stają się w wielu ośrodkach onkologicznych w Polsce codziennym standardem. Przed rozpoczęciem każdego leczenia wymagane jest wykonanie weryfikacji dozymetrycznej. Nie ma określonej

przez ustawodawcę jednej metody weryfikacji planu, dlatego pozwala to na wykonanie pomiarów lub obliczeń różnymi metodami.

Do tej pory najczęściej wykorzystywaną w Narodowym Instytucie Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie Państwowym Instytucie Badawczym Oddziale w Gliwicach była dozymetria portalowa z użyciem matrycy EPID (ang. *Electronic Portal Imaging Device*). W akceleratorach firmy Varian Medical Systems matryca portalowa jest częścią aparatu terapeutycznego umiejscowioną prostopadle do osi wiązki (Ryc. 1). Wykorzystywana jest również do weryfikacji poprawności ułożenia chorego w trakcie leczenia.

448

Streszczenie

Celem badania jest ocena przydatności wybranych metod weryfikacji planów leczenia jako wymagany element procesu zachowania jakości w radioterapii. Wykonano plany leczenia dla dziesięciu pacjentów leczonych techniką VMAT o maksymalnym potencjale przyspieszającym 6 MV. Następnie przeprowadzono weryfikację dozymetryczną na akceleratorze za pomocą portalu EPID i porównano z wynikami obliczeń niezależnego oprogramowania RadCalc. Porównując wyniki weryfikacji otrzymane przez dwie niezależne metody, stwierdzono, iż dla tej lokalizacji leczenia możliwe jest ich zamienne używanie.

Słowa kluczowe: weryfikacja, EPID, RadCalc

Abstract

The aim of the study is to assess the suitability of selected methods of treatment plan verification as a required element of the quality maintenance process in radiotherapy. Treatment plans were made for ten patients treated with VMAT with a maximum potential accelerator of 6MV. Then, dosimetric verification was carried out on the accelerator using the EPID portal and the results from the calculations of the independent RadCalc software were compared. By comparing the results of the verification obtained by two independent methods, it was found that for this treatment location they could be used interchangeably.

Key words: verification, EPID, RadCalc

otrzymano / received:

01.12.2021

poprawiono / corrected:

17.12.2021

zaakceptowano / accepted:

23.12.2021



Ryc. 1 Akcelerator terapeutyczny TrueBeam (Varian Medical Systems, Palo Alto, USA) z zaznaczeniami: 1 – lampa kV; 2 – detektor promieniowania kV; 3 – głowica akceleratora; 4 – detektor promieniowania MV (EPID); 5 – stół terapeutyczny
Źródło: Własne.

W systemie planowania leczenia wykonuje się plan weryfikujący, obliczając mapę fluencji dla każdego pola napromieniania. Tak wykonany plan pozwala na napromienienie matrycy EPID bez pacjenta przed pierwszym seansem terapeutycznym. Kolejnym etapem jest porównanie zmierzonej mapy fluencji z obliczoną. Ocena wykonywana jest na podstawie współczynnika gamma, który weryfikuje zgodność danego punktu pomiarowego w określonym zakresie dawki i położenia [1-3].

W przypadku, gdy jego wartość wynosi 1 lub mniej, oznacza to, że jest on zgodny w zakresie określonej elipsoidy, natomiast większa oznacza niespełnienie tego kryterium. Zaletą tej metody jest to, że nie wymaga ona żadnego fantomu, a ocena planów leczenia jest szybka. Wymaga ona jedynie dostępu do aparatu, co w przypadku dużej liczby chorych może być utrudnione. Dodatkową wadą tej metody jest to, że wykonane pomiary są zależne, ponieważ obliczenia, pomiar i ich porównanie wykonuje się, korzystając z oprogramowania tego samego producenta [4, 5].

RadCalc™ v. 7.1.4.1 (LifeLine Software, S. Broadway Ave. Suite, USA) wykonuje niezależne obliczenia rozkładu dawki, MU (ang. *Monitor*

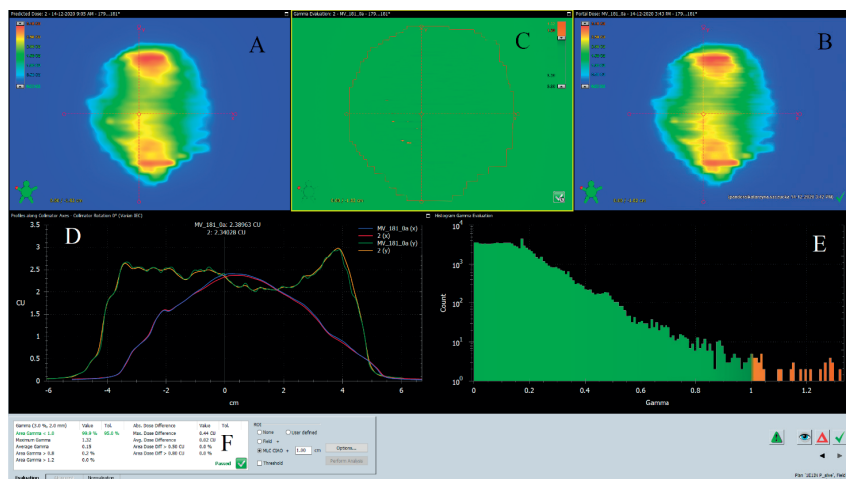
Units) lub dawki punktowej dla planów leczenia 2D i 3D. Zapewnia możliwość weryfikacji planów dynamicznych, w tym IMRT i VMAT. Producent gwarantuje, że użyte algorytmy zapewniają szybkość, łatwość i dokładną weryfikację objętości dawki 3D. Obecnie używanym algorytmem jest CCC (ang. *Collapse Con Convolution*). Weryfikacja planów w programie RadCalc pozwala na zdyskwalifikowanie planów, które nie spełniają przyjętych kryteriów. Zastosowanie oprogramowania nie „blokuje” pracy akceleratora. Odpowiedź na pytanie, w jakich sytuacjach można zrezygnować z metody pomiarowej na aparacie i użyć RadCalc, znacznie poprawiłoby organizację pracy fizyków związanych z planowaniem leczenia. Wadą tej metody jest to, iż nie może być ona wykorzystywana do weryfikacji planów stereotaktycznych, które charakteryzują się wysoką dawką frakcyjną oraz małą objętością zmiany nowotworowej [6].

Metodyka pomiarowa

Dla dziesięciu pacjentów w wieku od 70 do 82 lat z rozpoznaniem nowotworu gruczołu krokowego wykonano plany leczenia w systemie planowania Eclipse™ v. 16.1 (Varian Medical Systems, Palo Alto, USA). Napromieniano obszar PTV (ang. *Planning Target Volume*) rysowany przez lekarza, obejmujący prostatę wraz z marginesem określonym według protokołu leczenia. Każdy z pacjentów miał wykonany plan leczenia techniką VMAT o maksymalnym potencjale przyspieszającym 6 MV składającej się z 2 lub 3 pól terapeutycznych. Dawka całkowita, do jakiej napromieniano PTV, to 76 Gy w dawkach frakcyjnych po 2 Gy. Strukturami krytycznymi były: główki kości udowych, pęcherz moczowy, jelita, odbytnica i opuszka kręca.

Po akceptacji planu przez lekarza prowadzącego przygotowano weryfikację planu dwoma metodami: pomiary portalowe EPID oraz niezależne oprogramowanie RadCalc™ (LifeLine Software, S. Broadway Ave. Suite, USA). Następnie porównano ze sobą uzyskane wyniki weryfikacji.

Dla pomiarów wykonanych na aparacie terapeutycznym przyjęto kryteria oceny planu gamma 3% i 2 mm (dawka i jej



Ryc. 2 Graficzna analiza zmierzonych (A) i obliczonych (B) map fluencji na bazie współczynnika gamma (E); C – różnica pomiędzy zmierzonymi i obliczonymi mapami fluencji; D – rozkład fluencji wzdłuż osi; F – parametry statystycznej analizy
Źródło: Własne.



położenie). Plan musi spełnić przyjęte kryteria akceptacji planu (95% zgodności z wygenerowanym w systemie planowania leczenia); w przeciwnym wypadku plan zostaje odrzucony. Przykładowy wynik pomiaru EPID został przedstawiony na rycinie 2.

Oprogramowanie RadCalc™ (LifeLine Software, S. Broadway Ave. Suite, USA) pozwala na weryfikację rozkładów dawek, bazując na wartości w punktach (Ryc. 3). Sprawdzenie planu polega na wyborze punktu w obszarze PTV w systemie planowania. Na potrzeby badania umieszczono punkty w trzech różnych lokalizacjach (kranialnie, centralnie i kaudalnie). Tak przygotowany plan jest eksportowany do RadCalca. Oprogramowanie to traktuje ciało pacjenta jako jednorodny ośrodek o gęstości równej wodzie. Z tego powodu należy przypisać średnią gęstość strukturom, których gęstość znacząco różni się od wody, np. powietrze, kości oraz elementy znajdujące się poza ciałem pacjenta. Następnie należy przeliczyć plan. Powstałe różnice w dawce w punktach referencyjnych nie powinny przekraczać 5%, co oznacza zgodność na poziomie 95% [6].

Wyniki

Dla wybranych planów leczenia wykonano dwie analizy. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Obie techniki u wybranych pacjentów wykazały zgodność zmierzonych (EPID) i obliczonych (RadCalc) dawek z wartościami zaplanowanymi w TPS (system planowania leczenia). Dla pomiarów EPID średnia wartość wynosiła 99,70% analizowanego pola, które spełniało kryteria 3% i 2 mm. Dla obliczeń dawek w punktach wykonanych oprogramowaniem RadCalc średnia zgodność wynosiła 98,09%. Porównując zgodność rozkładów dawek/dawek zaplanowanych i zmierzonych/obliczonych, można stwierdzić, że obie metody spełniają przyjęte kryteria zgodności. W przypadku pomiarów EPID kryterium zgodności to 95% analizowanego pola. Otrzymane wyniki wskazują na wartość 99,70%. W przypadku metody RadCalc wartość zgodności 98,09% jest większa od przyjętej wartości 95%.

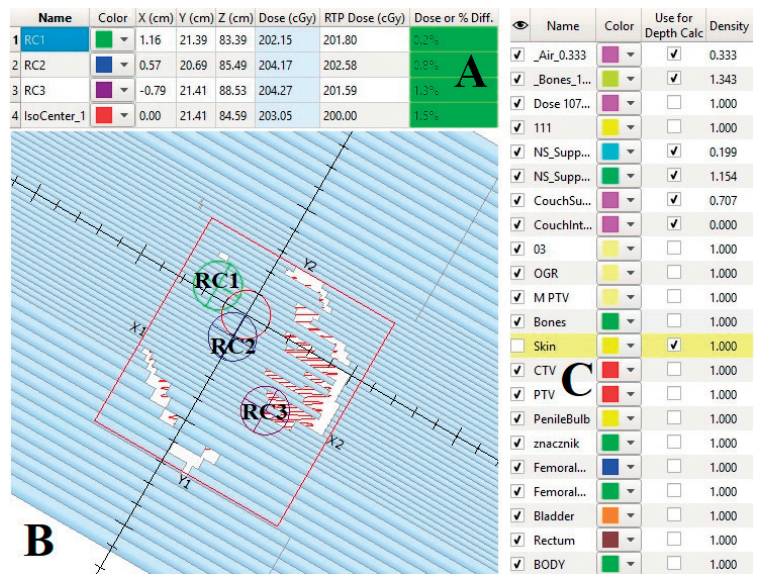
Wnioski

W pracy porównano dwie metody weryfikacji planów leczenia, aby ocenić, która z nich może być stosowana w procesie zapewnienia jakości leczenia. Metoda pomiarowa EPID wykonywana jest na akceleratorze, co oznacza, że jest on wyłączony z użytku klinicznego, natomiast RadCalc pozwala na wykonanie niezależnych obliczeń bez wyłączania akceleratora, co pozwala na napromienianie pacjentów w tym samym czasie. Obydwie metody dla dziesięciu wybranych pacjentów wykazały zgodność na poziomie powyżej 95%, co zezwala na realizację planu na aparacie terapeutycznym. Niezbędne jest poszerzenie grupy badawczej, aby wskazać, w jakich przypadkach klinicznych można zrezygnować z pomiarów weryfikacyjnych na rzecz niezależnych obliczeń, spełniając wymogi ustawodawcy. ^B

Tabela 1 Wyniki zgodności pomiarów i obliczeń. X oznacza brak udziału trzeciego pola

LP.	Pomiary EPID 3% 2 mm [%]				Obliczenia RadCalc [%]				
	Pole 1	Pole 2	Pole 3	Śr. pomiarów zgodności	RC1	RC2	RC3	Średnia	Zgodność
Pacjent 1	99,9	99,8	X	99,85	2,80	2,90	2,10	2,60	97,40
Pacjent 2	100,0	98,5	X	99,25	-0,80	2,00	3,00	1,40	98,60
Pacjent 3	100,0	99,5	X	99,75	0,20	1,00	5,00	2,07	97,93
Pacjent 4	99,9	99,9	X	99,90	0,20	0,80	1,30	0,77	99,23
Pacjent 5	99,8	99,7	X	99,75	0,00	2,70	2,80	1,83	98,17
Pacjent 6	99,7	99,4	X	99,55	-0,70	3,80	2,50	1,87	98,13
Pacjent 7	99,9	99,3	99,7	99,63	2,00	0,70	3,20	1,97	98,03
Pacjent 8	100,0	99,9	X	99,95	2,60	1,80	3,30	2,57	97,43
Pacjent 9	99,5	99,4	99,4	99,43	0,90	1,70	1,80	1,47	98,53
Pacjent 10	100,0	99,8	X	99,90	-1,10	2,50	6,20	2,53	97,47

Źródło: Opracowanie własne.



Ryc. 3 A – przedstawienie różnic w dawkach w poszczególnych punktach i izocentrum; B – rozmieszczenie punktów w obszarze leczenia; C – określenie średniej gęstości wrysowanych struktur
Źródło: Własne.

Piśmiennictwo

1. K. Ślosarek, D. Plaza, A. Nas, M. Reudelsdorf, J. Wendykier, B. Bekman, A. Grządziel: *Portal dosimetry in radiotherapy repeatability evaluation*, Journal of Applied Clinical Medical Physics, 22(1), 2020, 156-164.
2. K. Ślosarek, M. Szlag, B. Bekman, A. Grządziel: *EPID in vivo dosimetry in RapidArc technique*, Reports of Practical Oncology and Radiotherapy, 15(1), 2010, 8-14.
3. A. Grządziel, B. Bekman, J. Winiecki, K. Ślosarek: *Przegląd metod weryfikacji konformalnych planów radioterapeutycznych*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 4(2), 2015, 99-105.
4. K. Ślosarek: *Weryfikacja realizacji technik dynamicznych w radioterapii*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 2(5), 2013, 243-250.
5. J. Malicki, K. Ślosarek: *Planowanie leczenia i dozymetria w radioterapii*, Gdańsk VIA MEDICA, 2016.
6. Manual: *RadCalc User Manual Version 7.1 Rev. D*, LifeLine Software Inc.