

Zagadnienia bezpieczeństwa brachyterapii metodą pulsacyjną (PDR): analiza 1225 przypadków

Kees Koedooder, Yvonne Van Hertten, Hans Van der Grient,
Niek Van Wieringen, Jeroen Van de Kamer, Arjan Bel

Przedstawiono podsumowanie częstości występowania błędów i zaburzeń w brachyterapii metodą pulsacyjną (PDR). Zaprezentowana analiza opiera się na doświadczeniach z leczenia 1225 pacjentów, u których zastosowano brachyterapię z powodu nowotworów różnego typu. Uzyskane wyniki wskazują, że rodzaj nowotworu, a co za tym idzie technika implantacji, ma wpływ na prawdopodobieństwo wystąpienia błędów podczas leczenia. Leczenie raka piersi, żeńskich narządów płciowych oraz przełyku okazało się być mniej podatne na występowanie błędów. Najczęściej występowały one natomiast podczas leczenia raka pęcherza moczowego, prostaty oraz guzów oczodołu. Całkowita częstość błędów jest jednak stosunkowo niska, więc można stwierdzić, że brachyterapia PDR jest bezpieczną formą leczenia. Z uwagi na ten fakt, w naszym Instytucie brachyterapia PDR prowadzona jest zarówno w godzinach pracy, jak i poza nimi.

Safety aspects of pulsed dose-rate brachytherapy: analysis of 1225 patients

An overview is given of frequencies of errors and disturbances in pulsed dose-rate (PDR) brachytherapy. The analysis is based on the treatment of 1225 patients receiving brachytherapy for different types of cancer. The results indicate that type of tumour and consequently the technique of implantation influence the probability of occurrence of errors during treatment. Breast, gynaecology and oesophagus tumours were shown to be less error prone, while bladder, prostate and orbital tumours showed the highest frequency of errors during treatment. Based on the relatively low overall error frequency, the conclusion is that PDR is a safe treatment modality. For this reason, PDR is applied in our Institute both during and outside regular office hours.

Słowa kluczowe: metoda pulsacyjna, *afterloading*, bezpieczeństwo

Key words: pulsed dose-rate, afterloading, safety

Wprowadzenie

Celem prezentowanej pracy było zbadanie bezpieczeństwa i niezawodności brachyterapii metodą pulsacyjną (PDR), stosowanej w godzinach pracy i poza nimi.

Material i metody

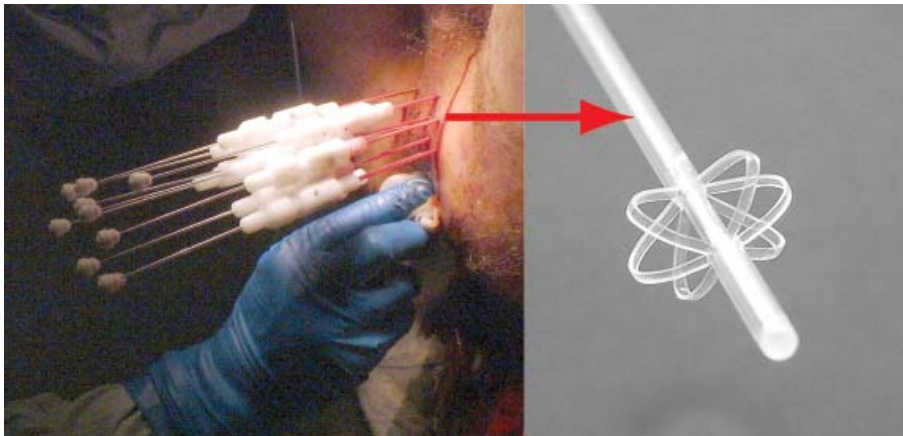
Od roku 1996 do końca roku 2006 w naszym Instytucie leczeniu z wykorzystaniem brachyterapii metodą pulsacyjną poddano grupę 1225 pacjentów, w większości w schemacie ciągłych pulsów podawanych dzień i noc [1-3]. 815 pacjentów leczonych było z wykorzystaniem dwóch aparatów do PDR pierwszej generacji (V1) z opcją *afterload* (Nucletron). W roku 2004 aparaty te zostały zastąpione przez trzy aparaty drugiej

generacji (V2); leczeniu z ich wykorzystaniem poddano dalszych 410 pacjentów.

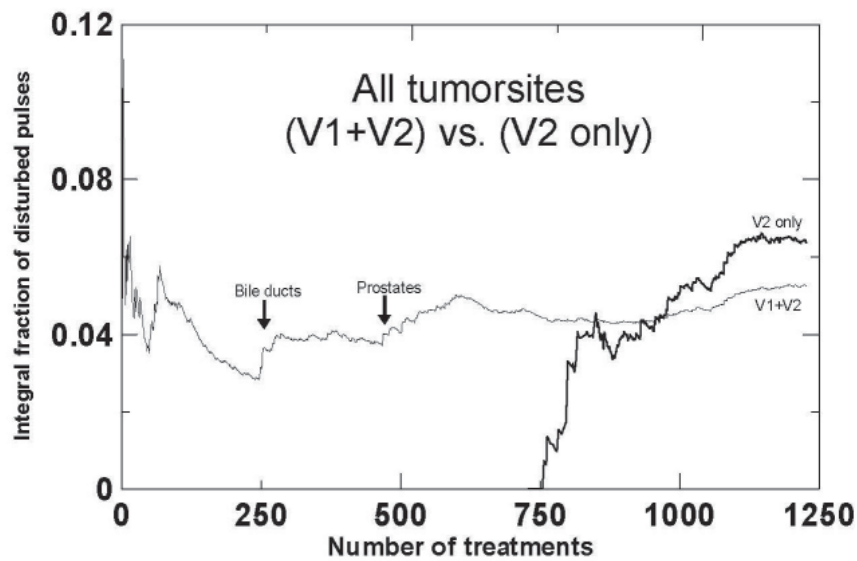
Najczęstszymi lokalizacjami leczonych nowotworów były: piersi, przełyk, żeńskie narządy płciowe, prostata i pęcherz moczowy (Ryc. 1). Liczba podawanych pulsów oraz całkowity czas trwania leczenia wahały się od 4 pulsów w ciągu 30 minut w przypadku raka przełyku do aż 62 pulsów w ciągu 135 godzin dla raka odbytu. Poza parametrami związanymi z leczeniem prowadzono, dla każdego rodzaju leczenia osobno, rejestrację typu i częstości niepowodzeń technicznych, na przykład zablokowania źródła. Na podstawie zgromadzonych danych określono odsetek zaburzonych pulsów i zaburzeń w leczeniu dla poszczególnych lokalizacji nowotworów. Analizie poddano także rozkład odsetka zaburzeń w czasie trwania leczenia.

Wyniki

Średni odsetek zaburzonych pulsów obliczony łącznie dla 1225 pacjentów i wszystkich lokalizacji nowotworów wyniósł 5% (patrz krzywa V1 + V2 na Rycinie 2). Związane było to z pojawieniem się 19 różnych typów kodu błędu (Tab. I).



Ryc. 1. Ułożenie cewnika stosowanego do leczenia brachyterapią PDR raka prostaty. Końcówki cewnika zostają rozłożone po wprowadzeniu do gruczołu krokowego, co zapobiega poruszaniu się cewnika. Przed usunięciem cewnika, po zakończeniu leczenia, przypominający parasol mechanizm powoduje, że cewnik uzyskuje z powrotem swój wyjściowy prosty kształt



Ryc. 2. Częstość zaburzonych pulsów we wszystkich lokalizacjach nowotworów: dane dla pacjentów leczonych aparatami do PDR typu *afterloader* pierwszej i drugiej generacji (V1 + V2) oraz osobno dane tylko dla urządzeń drugiej generacji (V2)

Tab. I. Podsumowanie statystyczne zaburzonych pulsów (V1 i V2) oraz odsetka terapii wolnych od błędów jako funkcji lokalizacji nowotworów. Wszystkie przypadki nowotworów głowy i szyi dotyczyły dzieci. Łączna liczba pacjentów leczonych sprzętem pierwszej generacji (V1) równa była 815, zaś sprzętem drugiej generacji (V2) – 410

Lokalizacja nowotworu	Liczba pacjentów		Liczba pulsów	Zaburzone pulsy (%)		Cykle leczenia całkowicie wolne od błędów (%)
	V1	V2		V1	V2	
Pierś	525	114	6942	2,3	6,0	77
Przelyk	110	39	584	4,0	4,1	75
Prostata	41	43	1964	12,9	13,1	18
Pęcherz moczowy	24	15	1446	7,9	7,2	38
Żeńskie n. płciowe	63	163	4543	2,5	1,8	79
Odbyt/odbytnica	15	3	580	0,8	8,9	61
Oczodół	10	15	944	4,4	15,7	12
Głowa i szyja	6	3	303	2,0	28,0	33
Inne	21	15	1189	9,9	6,6	29

Częstość występowania błędów była wyraźnie zależna od lokalizacji leczonego nowotworu. W przypadku 639 pacjentów z nowotworami piersi (525 – V1 oraz 114 – V2) podano łącznie 6942 pulsy (5417 – V1 oraz 1525 – V2). Zakłóceniu w przypadku V1 uległo 125 na 5417 pulsów (2,3%), zaś w przypadku leczenia V2 – 92 na 1525 pulsów (6,0%). Całkowity odsetek zaburzonych pulsów w przypadku nowotworów piersi (V1 + V2) wyniósł więc 3% (217 na 6942 pulsy).

W przypadku leczenia raka prostaty odsetek błędów zmalał z 16% po pierwszych 10 pacjentach do 13% po 84 pacjentach. Leczenie nowotworów zlokalizowanych w obrębie żeńskich narządów płciowych było najmniej podatne na błędy z liczbą jedynie 89 zaburzonych pulsów na łącznie 4543 podane (2%) w grupie 226 pacjentek (63 – V1 oraz 163 – V2).

Dzięki rutynowemu wykonywaniu sprawdzających cykli próbnych błędy związane z aktywnym źródłem zdarzały się bardzo rzadko. Dla przykładu, w odniesieniu do około 14 000 pulsów na nowotwory piersi, przełyku, prostaty i żeńskich narządów płciowych, zaobserwowano jedynie 24 przypadki zablokowania aktywnego źródła. Wszystkie one zostały rozwiązane poprzez natychmiastowe automatyczne wycofanie do skrytki afterloadera. W żadnym z tych przypadków zablokowanie źródła nie wyrządziło szkody pacjentowi.

W przypadku nowotworów piersi pierwszy błąd najczęściej pojawiał się podczas pierwszego pulsu, co znaczyło, że po jednorazowym rozwiązaniu błędu nie pojawiał się on więcej podczas danego cyklu leczenia. W przypadku nowotworów prostaty, pęcherza moczowego i oczodołów zdarzające się błędy były bardziej rozproszone na cały cykl leczenia, co oznaczało większe obciążenie dla pacjenta oraz personelu pielęgniarstwa rozwiązującego większość problemów związanych z błędami.

Biorąc po uwagę kliniczną wartość PDR, błędy pojawiające się podczas leczenia praktycznie nie zaburzały celów leczniczych. 98% pacjentów otrzymało zaplanowaną dawkę w sposób prawidłowy. Jedynie w przypadku 2% pacjentów niezbędne były poprawki w ułożeniu implantów lub planowanej dawce albo pominięcie części cyklu leczniczego. Jednak nawet wśród tych 2% przypadków około połowa spowodowana była raczej przyczynami natury medycznej niż technicznej.

Poza różnicami wynikającymi z lokalizacji nowotworów odsetek zaburzonych pulsów był wyższy w przypadku aparatów V2 niż w przypadku aparatów V1, odpowiednio 6,4% i 4,4%. Fakt ten jest zaskakujący, jeśli weźmie się pod uwagę zaprojektowany na nowo przewód transportowy ze źródła w aparatach V2. Zjawisko to jest obecnie badane w celu wyjaśnienia, czy za wyższy odsetek błędów odpowiedzialny jest nowo zaprojektowany sprzęt, czy też leczenie nowotworów zlokalizowanych w miejscach bardziej podatnych na występowanie błędów technicznych.

Wnioski

Błędy zdarzają się i są zależne od lokalizacji leczonego nowotworu. Nasze doświadczenia, oparte na dużej grupie

leczonych pacjentów, wskazują jednak, że brachyterapia metodą pulsacyjną (PDR) może być stosowana bezpiecznie zarówno podczas godzin pracy, jak i poza nimi.

Dr Kees Koedooder
Academic Medical Center
Department of Radiotherapy
Meibergdreef 9
1105 AZ Amsterdam
The Netherlands
e-mail: c.koedooder@amc.uva.nl

Piśmiennictwo

1. Sminia P, Schneider CJ, Koedooder C i wsp. Pulse frequency in pulsed brachytherapy based on tissue repair kinetics. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998; 41: 139-50.
2. Pieters B, van der Grient J, Blank L i wsp. Minimal displacement of novel self anchoring catheters suitable for temporary prostate implants. *Radiother Oncol* 2006; 80: 69-72.
3. Koedooder C, van Herten Y, van der Grient H i wsp. Analysis of technical failures in 1000 clinical applications of pulsed dose rate brachytherapy. *Med Phys* 2006; 33: abstract, 2236.

Otrzymano: 7 kwietnia 2007 r.
Przyjęto do druku: 9 maja 2007 r.