

Ocena skuteczności stosowania aplikatora ginekologicznego typu Fletcher-Williamson z osłonami

Chi Yuen Cheng

W niniejszej pracy oceniono skuteczność stosowania aplikatora ginekologicznego typu Fletcher-Williamson z osłonami w brachyterapii oraz porównano go z aplikatorem bezosłonowym. Aplikator typu Fletcher-Williamson został opisany we wstępie pracy.

Assessment of the efficacy of the Fletcher-Williamson shielded gynaecological applicator

This study assesses the efficacy of the Fletcher-Williamson gynaecological brachytherapy shielded applicator in comparison to the unshielded version of the applicator. The origins of the Fletcher-Williamson applicator are described in the Introduction.

Słowa kluczowe: brachyterapia w ginekologii, aplikator typu Fletcher-Williamson, osłony pęcherza i odbytnicy

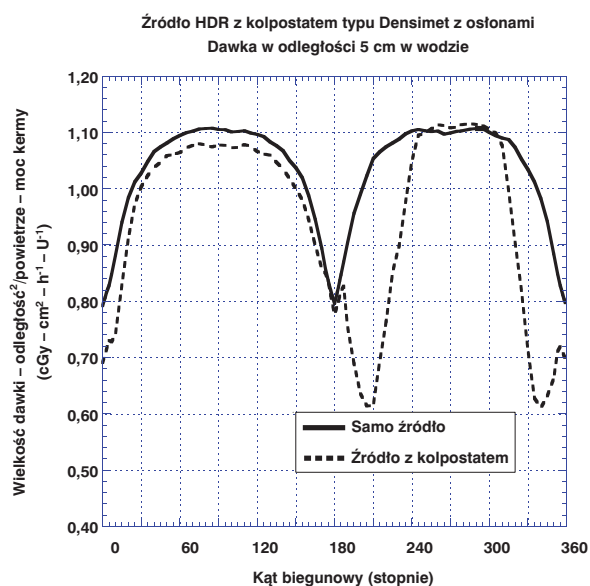
Key words: gynaecological brachytherapy, Fletcher-Williamson applicator, rectal & bladder shielding

Wstęp

Od momentu odkrycia radu w roku 1898 i jego pierwszego zastosowania klinicznego w latach 1900/1901, opisano co najmniej kilkaset różnych aplikatorów stosowanych w brachyterapii [1], przy czym znaczna większość tych urządzeń stosowana była w brachyterapii ginekologicznej. Początkowo wykorzystywano brachyterapię z użyciem radu, z zastosowaniem małych dawek (LDR), a w latach 60. XX wieku z użyciem ^{137}Cs . Następnie zaczęto stosować technikę HDR z użyciem ^{60}Co i ^{192}Ir , a następnie technikę dawek podawanych w pulsach (PDR) z zastosowaniem ^{192}Ir .

Techniki stosowane obecnie w brachyterapii ginekologicznej uwzględniają sterowanie z zastosowaniem nowoczesnych metod obrazowania, niemniej metody historyczne oparte były na planowaniu anatomicznym w odniesieniu do odpowiednich układów geometrycznych. Do technik tych zaliczamy systemy: paryski, z Manchester (z użyciem punktów dawek A i B), sztokholmski i monachijski. Opracowany w ośrodku M.D. Anderson w Houston system Fletchera był oparty bezpośrednio na systemie z Manchester, który wykorzystywał owoidy dopochwowe i sondę wewnątrzmaciczną (tzw. tandem). Wczesne aplikatory typu Gilbert Fletcher (owoidopodobne dopochwowe części aplikatora nazywano kol-

postatami) znane były również pod nazwą aplikatorów Fletcher-Suit-Delclos (FSD) [2, 3]. Umieszczano w nich rad przed wprowadzeniem dopochwowym, ale ten wczesny projekt został szybko zastąpiony systemem umożliwiającym ręczne wprowadzenie radu, po założeniu aplikatora. Już od lat 50. XX wieku aplikatory typu FSD-LDR wyposażone były w osłony wolframowe, mające na celu zmniejszenie dawki podanej na obszar pęcherza moczowego i odbytnicy.



Ryc. 1. Część badań dozymetrycznych opublikowanych w 1993 roku przez Williamsona i in. dla źródła microSelectron-HDR ^{192}Ir 1 Ci [4, 5]. (Dzięki uprzejmości Profesora Jeffreya Williamsona)

Modyfikacja aplikatora FSD do systemu Fletcher-Williamson została dokonana przez Jeffreya Williamsona i przedstawiona po raz pierwszy na dorocznym spotkaniu AAPM w roku 1993 [4, 5]. System ten obejmuje, w zasadzie, kolpostat FSD do jedностopniowego wprowadzenia źródła ^{192}Ir (micro-Selectron-HDR i microSelectron-PDR), do którego dodano system osłon ze stopów wolframu w celu zapewnienia osłon dla pęcherza moczowego i odbytnicy. Osłony takie występowały również w bardziej tradycyjnym kolpostacie FCD, wykorzystującym ^{137}Cs . Williamson stosował symulację fotonową Monte Carlo i był motywowany zastosowaniem na terenie Mallinckrodt Institute of Radiology (Washington University, St. Louis) microSelectrona-PDR w celu leczenia raka szyjki macicy, z zastosowaniem techniki Mallinckrodt LDR [4]. Wyniki prac Williamsona i jego współpracowników opublikowano w roku 2001 [6] (Ryc. 1 – pochodzi z publikacji z roku 1993) [4, 5].

Material i metody

W toku badania wykorzystano najczęściej stosowany aplikator osłonowy typu Fletcher-Williamson z 5 cm sondą wewnątrzmaciczną i owoidami umieszczonymi w odległości 4,2 cm (od brzegu do brzegu). W symulatorze zastosowano obrazowanie ortogonalne, a dawkę wyliczano po zrekonstruowaniu geometrii osłonowego układu do brachyterapii, z zastosowaniem systemu do planowania brachyterapii typu PLATO. Wprowadzanie źródła do sondy wewnątrzmacicznej i do pary owoidów ustawione zostało w stosunku 1:0,8. Zgodnie z zaleceniami z Raportu 38 ICRU [7] zlecano dawkę 7 Gy na punkt A, a całkowitą dawkę 28 Gy podawano w czterech frakcjach.

Wokół owoidów określono punkty odpowiadające położeniu odbytnicy i pęcherza oraz wyliczono dla nich dawki biologicznie skuteczne (*Biologically Effective Doses* – BED) uzyskiwane przy zastosowaniu systemu Fletchera-Williamsona z lub bez osłaniania owoidów. W obliczeniach stosowano model liniowo-kwadratowy ze stosunkiem α/β , wynoszącym 3 Gy [8]. W celu wyliczenia różnicy procentowej zastosowano poniższy wzór:

$$\text{Różnica procentowa} = [(D_{z \text{ osłona}} - D_{\text{bez osłony}}) / D_{z \text{ osłona}}] * 100\%$$

gdzie $D_{z \text{ osłona}}$ i $D_{\text{bez osłony}}$ odpowiadają BED odpowiednio w przypadku aplikatora z osłonami i aplikatora bez osłon.

Wyniki

Chociaż efektywny współczynnik transmisji stopu wolframowego wynosi według producenta 0,53, to jednak dawka promieniowania podana na obszar pęcherza i odbytnicy nie była zmniejszona o 47%, ponieważ pewna ilość promieniowania pochodziła z obszaru sondy wewnątrzmacicznej. W toku badania stwierdzono, że punkty odpowiadające pęcherzowi i odbytnicy według raportu 38 ICRU [7] zazwyczaj otrzymywały w przypadku zastosowania aplikatora z osłonami dawkę o 14-18% niższą, niż w przypadku aplikatora bez osłon. Należy jednak zaznaczyć, że punkt odpowiadający pęcherzowi bywa chroniony nieefektywnie ze względu na dużą zmienność jego położenia. Przykładowo nie można go osłonić, jeśli znajduje się on z przodu od sondy wewnątrzmacicznej.

Efektywna długość (w wymiarze strzałkowym) i szerokość (boczenie) osłony od środka owoidu wynosi-

ła odpowiednio 3 cm i 2 cm (1 cm od linii środkowej sondy wewnątrzmacicznej). Wskazuje to, że wartość BED_3 była dodatkowo zmniejszona przy zastosowaniu aplikatora z osłonami. Przykładowo, jeśli dawka podana na odbytnicę przy zastosowaniu aplikatora bez osłon i aplikatora z osłonami wyniosła odpowiednio 6,9 Gy i 5,8 Gy, to dawka BED_3 na odbytnicę wyniosła odpowiednio 22,8 Gy₃ i 17 Gy₃. A zatem dawka BED_3 uległa zmniejszeniu o 24,4%; tzn. zmniejszeniu o: $[(17,0-22,8)/22,8]*100\%$

Badanie wykazało, że maksymalna BED_3 dostarczona na obszar odbytnicy i pęcherza, dzięki zastosowaniu aplikatora typu Fletcher-Williamson z osłonami, uległa zmniejszeniu odpowiednio o 26% i 28%, podczas gdy dawka podana na punkt A nie ulegała zmianie.

Wnioski

Wyniki pozwalają wnioskować, że aplikator typu Fletcher-Williamson z osłonami ze stopu wolframowego, stosowany w leczeniu nowotworów szyjki macicy lub endometrium, skutecznie obniża dawkę promieniowania podaną na obszar pęcherza moczowego i odbytnicy, a jednocześnie nie obniża dawki podanej na pole tarczowe. Należy spodziewać się, że przy zastosowaniu tego typu aplikatora ograniczy się liczbę powikłań popromiennych ze strony odbytnicy (późne zwłóknienia, przetoki) i ze strony pęcherza moczowego (zapalenie pęcherza, owrzodzenia).

Chi Yuen Cheng MD, PhD
Queen Elizabeth Hospital
30 Gascoigne Road
Kowloon
Hong Kong
Peoples' Republic of China
e-mail: chengcyh@ha.org.hk

Piśmiennictwo

1. Wickham L, Degrais P. *Radiumtherapy*. London: Cassel, 1911.
2. Fletcher GH. Cervical radium applicators with screening in the direction of bladder and rectum. *Radiology* 1953; 60: 77-84.
3. Delclos L, Fletcher GH, Sampiere VA i wsp. Can the Fletcher gamma ray colpostat system be extrapolated to other systems? *Cancer* 1978; 41: 970-9.
4. Williamson JF. Personal communication to Mould RF, May 2007.
5. Williamson JF, Li Z, Grigsby P. Monte Carlo aided dosimetry of the microSelectron-PDR and HDR sources and shielded Fletcher colpostat. Abstract. AAPM Annual Mtg, *Med Phys* 1993; 20: 907.
6. Markman J, Williamson JF, Dempsey JF i wsp. On the validity of the superposition principle in dose calculations for intracavitary implants with shielded vaginal colpostats. *Med Phys* 2001; 28: 147-55.
7. International Commission on Radiation Units & Measurements. *Dose and Volume Specification for Reporting Intracavitary Therapy in Gynecology*. Chassagne D, Dutreix A, Almond P i wsp. (red.), Report 38. Bethesda: ICRU; 1985, 1-20.
8. Fowler JF. The linear quadratic formula and progress in fractionated radiotherapy. *Br J Radiol* 1989; 62: 679-94.

Otrzymano: 3 kwietnia 2007 r.
Przyjęto do druku: 10 maja 2007 r.