

## 고선량을 질강 근접조사를 위한 새로운 적용구의 제작

영남대학교 의과대학 방사선종양학교실  
신 세 원

### Design of a New Applicator for High-Dose Rate Vaginal Brachytherapy

Sei Onc Shin

*Department of Therapeutic Radiology and Oncology  
College of Medicine, Yeungnam University, Taegu, Korea*

#### Abstract

**Purpose:** This study was aimed to develop a new vaginal applicator(Shin's Applicator) for 2-channel high-dose rate vaginal brachytherapy, to evaluate uniformity of surface dose, and to present 3-dimensional dose distribution of the applicator.

**Methods:** Shin's Applicator was inexpensively constructed using human soft tissue equivalent Acrylic bar. We evaluated dose uniformity along the applicator surface using film densitometer and performed vaginal intracavitary brachytherapy after insertion of the applicator using HDR brachytherapy planning software and brachytherapy unit(Ralstron-20B).

**Results:** Shin's Applicator allows improved dose distribution than the existing 1 channel cylinder and achieves diminished urinary bladder and rectal dose by 20%.

**Conclusions:** From the above results, it can be concluded that Shin's Applicator may be an improved form of a vaginal applicator. Furthermore, it can be suggested that this applicator has an advantage, for it prevents vaginal stenosis after radiation therapy and can be used as a disposable vaginal dilator. Further follow up examination with radiological study may be helpful to evaluate the therapeutic efficacy of this applicator.

**Key Words:** Shin's Applicator, High-dose rate brachytherapy, Gynecological cancers

---

책임저자: 신세원, 대구시 남구 내명동 317-1, 영남대학교 의과대학 방사선종양학교실 TEL.(053) 620 3372 FAX.(053) 624-3599  
\* 이 논문은 2000년 천마 의학연구재단의 후원으로 이루어 졌음.

\*\* 이 논문의 요지는 2000년 대한안학회 춘계학술대회에 포스터 전시를 하였음.

## 서 론

우리나라 여성에서 가장 흔하게 발생하는 악성 종양인 자궁경부암(한국 중앙 암 등록본부, 1999)은 19세기말 이온화 방사선을 이용한 치료법의 도입과 수술수기의 발달로 근치가 가능한 질병이 되었다. 최근에는 조기 진단 방법의 개발과 건강에 대한 관심의 증가로 비교적 조기에 진단되는 경우가 많아서 적절한 수술을 시행하면 장기간 생존이 가능한 종양이다(Petterson, 1998). 수술 시행 후 재발의 가능성이 높은 인자를 가진 경우에는 수술후 방사선치료를 추가하면 국소 재발의 가능성이 감소하고 생존율이 증가된다(Hoskins 등, 2000).

만약 수술 후 골반에 국소 재발이 발생한 경우에도 방사선치료를 시행하면 약 50%의 환자에서 근치가 가능한 악성종양으로 알려져 있지만(Deutsch와 Parsons, 1974), 수술 후 질강내에 다발성으로 국소 재발이 발생한 경우나, 원발성 질암이 질강을 광범위하게 침범한 경우에는 기존의 상품화된 근접치료 적용구를 이용하여 강내치료를 시도한다.

그러나 재발된 병변 부위를 충분히 포함할 수 없는 경우가 발생하여 국소 재발의 위험성이 증가되거나, 예기치 못한 부작용이 발생하여 환자들의 삶의 질을 떨어뜨리기도 한다.

이와 관련하여 Perez 등(1988)은 근접치료 적용구를 제작할 때 치료할 질강의 형태에 적합한 적용구가 필요함을 강조하였고, Admur 등(1997)과 Demanes 등(1999)은 적용구를 자체 제작하여 근

접치료를 실시하고 자체 개발한 적용구의 장점을 보고한 바 있다.

본 연구는 자궁경부암 환자에서 수술 후 골반에 국소 재발된 경우와 질의 원발성 악성종양의 방사선 치료에 효과적으로 이용할 수 있는 새로운 고선량을 근접치료용 적용구의 개발을 목표로 계획되었으며, 개발된 적용구의 임상적인 적용 가능성도 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 연구를 위하여 제작된 근접치료 적용구의 재료는 인체 연부조직의 밀도와 유사한 Acrylic(비중 1.05)을 사용하였으며, 질강의 해부학적인 형태와 유사한 모양으로 제작하였다. 즉, 가로로 길이가 긴 타원형으로, 여성의 평균 질강의 길이가 7.5cm (Perez와 Brady, 1998)인 점을 감안하여 크기는 35(B)×20(H)×90(D)mm로 정하였으며, 영남대학교 의과대학 부속병원 생체의공학과와의 도움을 받아서 제작하였다(그림 1).

실제 치료에 적용하기 이전에 먼저 적용구 표면의 조사선량의 편평성(flatness)을 확인하기 위하여 고선량을 강내치료기(Co-60, 7 Ci, Ralstron-20B, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 근접방사선조사를 시행한 후, X-Omat V(Kodak, U. S. A.)film을 피폭시켜 필름 농도계(film densitometer)로 흡광도를 분석하여 선량 분포의

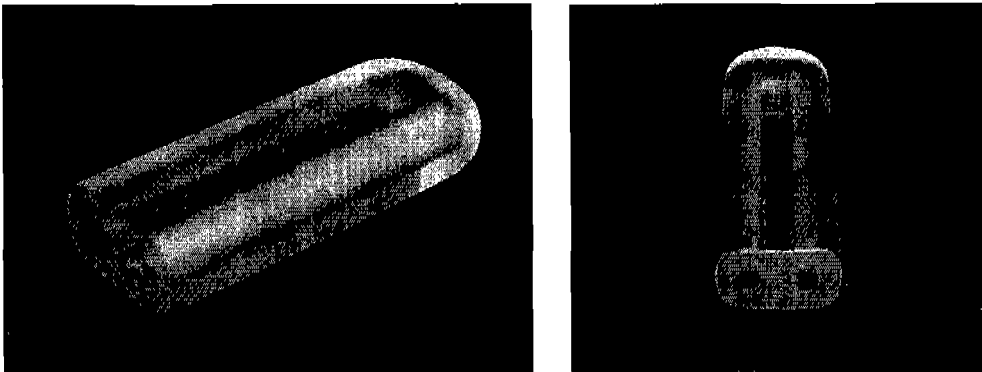


Fig. 1. Bird's eye view of Shin's Applicator.

균등성을 확인하였다. 질벽에 다발성 악성종양을 가진 66세 여자 환자를 대상으로, 6주간의 외부 방사선치료 후 본 적용구를 이용한 고선량을 강내 근접치료를 시행하였다.

근접치료를 위한 치료계획을 위하여 ICRU Report 38(Morita, 1997)에 의거하여 방광과 직장에 조영제를 주입한 후 전면과 측면 하복부 X 선 사진을 촬영하였다. 적용구 표면의 조사선량을 1000 cGy로 하였으며, 방광과 직장의 조사선량을 기존의 단선원 적용구와 비교하였다.

### 성 적

본 연구에서는 그림 2와 같이 2-채널 고선량을 근접치료용 적용구를 제작하여 Shin's Applicator로 명명하였으며, 실제 치료와 동일한 방법으로 고 선

량을 강내 근접조사를 시행하였다.

기존의 단일 선원 적용구를 사용하는 경우에 적용구와 질벽 사이에 빈 공간이 확인되면 통상 gauze packing을 해야 되지만 새로운 적용구를 사용한 경우에는 그림 3과 같이 질감의 크기와 형태에 적합한 적용구를 제작하였으므로 gauze packing없이 근접치료를 시행할 수 있었으며, 예상되는 등선량 곡선은 그림 4, 5와 같았다.

선량분포 분석용 필름을 방사선에 노출시킨 후 필름 농도계(film densitometer)를 이용하여 검사한 적용구 표면의 선량분포는 매우 균등(uniform)하였으므로(그림 6), 임상적으로 적용할 수 있음을 확인하였다.

본 적용구를 이용하여 근접치료를 시행한 환자에서 등선량 곡선은 그림 7과 같으며, 실제로 근접치료를 시행하는 모습은 그림 8과 같다. 방광 및 직장 선량은 적용구 표면 선량의 33%와 63%로, 기존의 단

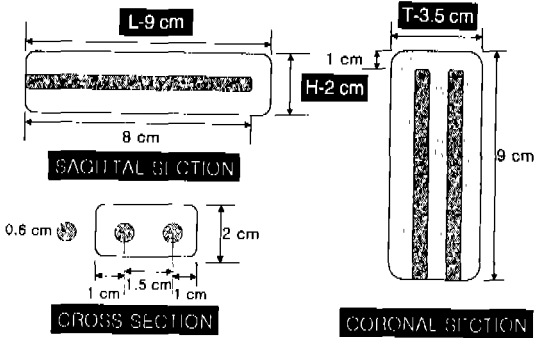


Fig. 2. General specification of Shin's Applicator.

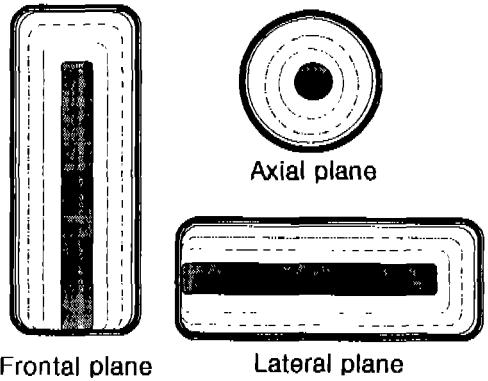


Fig. 4. Isodose distribution of existing applicator.

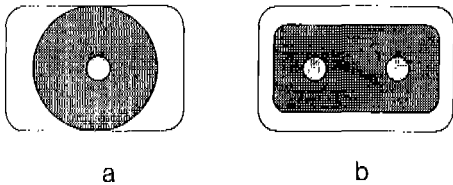


Fig. 3. Geometrical characteristics of existing applicator (a) and Shin's Applicator (b).

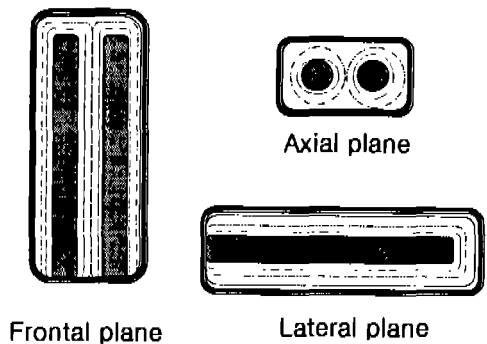


Fig. 5. Isodose distribution of Shin's Applicator.

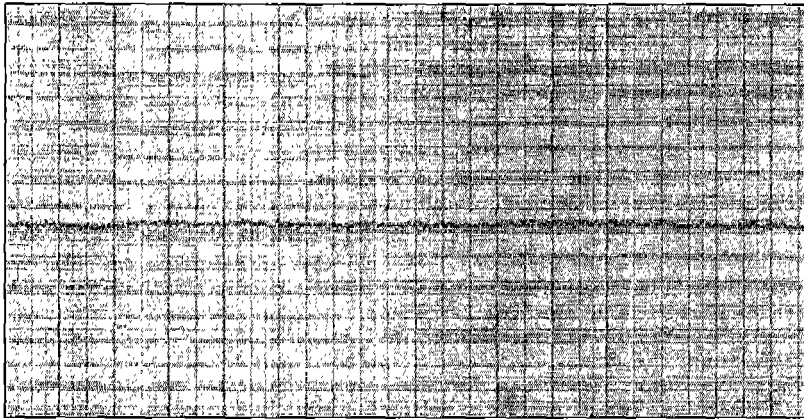


Fig. 6. Densitometric analysis of surface dose.

선원 근접치료 적용구와 비교하여 20%정도 낮았다.

임상적인 평가에서 고선량을 강내 근접치료를 시행하는 과정이나 완료 후 특별한 부작용 없이 치료를 받았으며, 치료 후 육안적 진찰 소견상 부분관해 (partial response)를 보였다.

치료 완료 후 3개월이 경과한 지금 육안적인 잔류병변(gross residual lesion)의 범위가 많이 줄어드는 중에 있다.

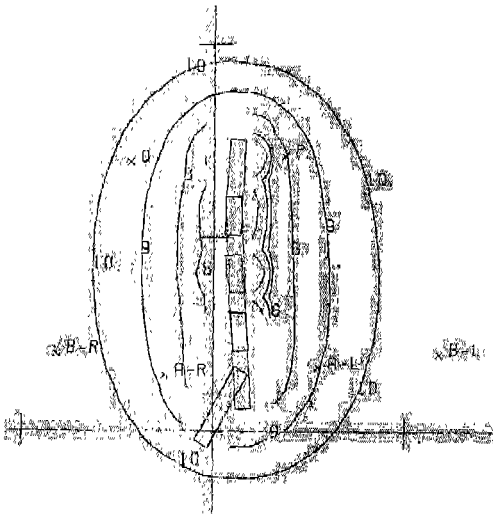


Fig. 7. Isodose distribution of Shin's Applicator with single source.

### 고 찰

자궁경부암은 우리나라 여성에서 가장 흔한 악성종양으로서(한국 중앙 암 등록본부, 1999), 조기에 발견하여 적절한 치료를 시행하면 5년 생존율이 FIGO (Federation Internationale de Gynecologie et d'Obstetrique) 병기 I-은 85%, 병기 II-는 66%, 병기 III-는 39%로 매우 우수하다(DiSaia와 Creasman, 1997).

자궁경부암의 치료에서 수술 후 방사선치료는 재발의 가능성이 높은 경우에 외부 방사선치료 단독 또는 강내 근접치료를 같이 시행하면 국소 재발이 감소하고 생존율이 증가된다(Hoskin 등, 2000). 일반적으로 수술 후 방사선치료가 도움이 되는 경우는 골반 내 림프절 전이가 있거나, 자궁 방 조직을 침범한 경우, 종양세포가 수술 절제면을 침범한 경우 등이지만 질강을 통한 근접치료는 일부의 선택된 환자들을 대상으로 실시되고 있다.

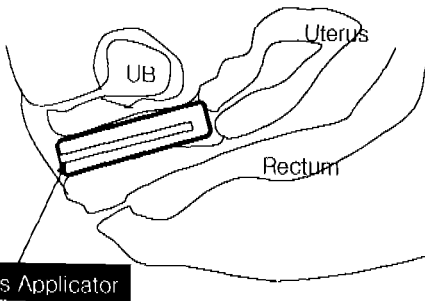


Fig. 8. Schematic drawing of treatment position.

질강에 대한 근접치료에서 좋은 성적을 얻기 위해서는 질강의 형태에 적합한 적용구를 선택하여야 하며(Perez 등, 1988), 시술자의 수기 또한 좋은 치료 성적을 얻는 데 매우 중요하다고 알려져 있다(Stock 등, 1992). 통상 치료할 질강의 형태에 따라 기존의 상품화된 적용구로 시술을 계획하지만 임상적으로 불가능한 경우에는 적용구를 자체적으로 제작하여 근접치료를 시행하기도 한다. 한 예로서 Amdur 등(1997)은 단순한 디자인의 강내 적용구를 자체 제작하여 실제 임상에 적용한 경험과 물리적인 장점을 보고하였다.

본 연구에서 개발된 적용구는 질강의 해부학적인 형태와 유사한 형태라는 것이 가장 큰 장점으로, 자궁경부암이나 체부암 환자에서 수술 후 질강에 재발이 일어난 경우 질 원개(vaginal vault)는 둥근 모양이라기 보다는 좌우로 넓고 상하로 좁은 형태로 나오는 경우가 더 많기 때문에 본 적용구를 이용하면 적용구와 질벽 사이에 빈 공간이 발생할 가능성이 줄어들어(그림 3) 이상적으로 생각되었으며, 특별한 부작용 없이 치료를 완료할 수 있었다.

대상 환자에서 치료도중에 관찰한 결과 육안적인 종양이 지속적으로 감소되었으므로 추후 정기적인 외래 진료를 시행하여 치료에 대한 반응 정도를 지속적으로 검토할 예정이다.

방사선물리학적으로 적용구 중앙에 한 개의 선원을 삽입하여 치료하는 기존의 제품과는 달리 두 개의 선원을 사용하여 근접치료를 시행하므로 적용구 표면의 선량은 기존의 적용구와 비교하여 차이가 없지만, 새로운 적용구를 사용한 치료계획에서 Demanes 등(1999)이 제작한 다 채널 질 적용구(multichannel vaginal cylinder)의 선량분포와 비교한 결과, 방광과 직장 선량이 20% 이상 더 많이 감소되었으므로 급성 및 만성 부작용의 발생은 적을 것으로 예상되며, 근접치료 후 발생 가능한 질의 협착을 예방할 수 있는 질 확장기로도 사용할 수 있으므로 삶의 질의 개선효과와 환자의 경제적인 부담도 줄일 수 있으리라 기대된다.

## 요 약

본 연구에서 인체광학적으로 개선된 새로운 2-채널

고선량을 근접치료용 적용구(Shin's Applicator)를 개발하였으며, 기존의 단일 선원 근접치료 적용구와 비교하여 질벽에 더 균등한 방사선치료가 가능하고 방광과 직장선량이 적어 근접치료 후 발생할 수 있는 부작용이 감소될 가능성을 확인하였다.

임상적으로 Shin's Applicator는 자궁 경부암이나 자궁 체부암의 수술 후 국소재발이나, 질강에 발생한 다발성 악성종양을 효과적으로 치료하는 데 유용하게 사용될 수 있을 뿐 만 아니라, 방사선 치료 후 흔히 나타나는 질강의 협착을 예방할 수 있는 질 확장기(vaginal dilator)로도 사용 가능하였다.

이상의 결과에서 Shin's Applicator는 부인과 종양환자들의 방사선치료 뿐만 아니라 치료 후 삶의 질의 개선에도 크게 기여할 것으로 생각되었다.

## 참 고 문 헌

- 한국 중앙 암 등록본부: 악성 신생물의 원발 장기에 따른 연령별, 성별 분포. 한국 중앙 암 등록 사업 연례보고서, 보건복지부, 1999, p 9.
- Amdur RJ, Piontek R, Hadley VE, Conine FE, Sullivan S, Flaherty P: A simple, inexpensive applicator for irradiation of localized areas of the vagina with intracavitary brachytherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 37(4): 965-969, 1997.
- Demanes DJ, Rego S, Rodriquez RR, Schutz KL, Altieri GA, Wong T: The use and advantages of a multichannel vaginal cylinder in high-dose-rate brachytherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 44(1): 211-219, 1999.
- Deutsch M, Parsons JA: Radiotherapy for carcinoma of the cervix recurrent after surgery. *Cancer* 34: 2051-2055, 1974.
- DiSaia PJ, Creasman WT: *Clinical gynecologic oncology*. 5th ed, Mosby, St. Louis, 1997, p 83.
- Hoskins WJ, Perez CA, Young RC: *Principles and practice of gynecologic oncology*. 3rd ed. Lippincott William & Wilkins, Philadelphia, 2000, p 901.
- Morita M: *Cancer of the cervix*. In Brady LW, Heilmann HP: *Radiation oncology of gynecological*

- cancers. Springer-Verlag, Berlin, 1997, p 167.
- Perez CA, Brady LW: Principles and practice of radiation oncology. 3rd ed, Lippincott -Raven, Philadelphia, 1998, p 1891.
- Perez CA, Slessinger E, Grigsby PW: Design of an afterloading vaginal applicator (Miralva). *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 15: 1465-1473, 1988.
- Petterson F: Secondary prevention screening for carcinoma of the cervix. *In* Kavana JJ, Singletary SE, Einhorn N, DePetrillo AD: *Cancer in women*. Blackwell Science, Tokyo, 1998, p 240.
- Stock RG, Mychalczac B, Armstrong JG, Curtin JP, Harrison LB: The importance of brachytherapy technique in the management of primary carcinoma of the vagina. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 24: 747-753, 1992.