

### 3-Channel Vaginal Ovoids의 선량분포 특성

영남대학교 의과대학 방사선종양학교실

신세원 · 김창희 · 윤상모 · 김성규

자궁경부암의 치료에서 자궁적출술 후 시행되는 방사선치료는 국소 재발의 가능성을 줄여 주거나 무병생존율을 향상시켜준다. 수술 후 국소재발이 질강에서 발생하거나, 질의 악성종양을 치료하기 위하여 외부조사와 병합한 강내조사나 강내조사 단독치료가 이용된다. 질강을 통한 강내조사에서는 육안적 또는 영상진단에서 확인되는 종양에는 고선량의 방사선치료가 필요하지만 정상조직에는 최대한 피폭을 적게 해야 된다. 사용하는 치료기에 따라서 다양한 크기의 ovoid applicator가 준비되지 않은 경우에 질강의 해부학적인 특성이 준비된 ovoid applicator와 비교하여 너무 넓은 경우에는 질 점막에 원하는 선량분포를 얻을 수 없는 경우가 발생하여 치료의 효과를 떨어뜨리고 치료와 연관된 부작용이 더 많이 발생할 수 있다. 본 연구는 자궁적출술 후 시행되는 질강을 통한 근접치료에서 기존의 상품화된 2-채널 ovoid applicator에 추가로 한 개의 선원을 더 설치할 수 있도록 3-채널 ovoid applicator를 제작하고 다양한 조건에서 모의치료를 시행하여 선량분포를 서로 비교하였다. Ovoid applicator의 두 선원 사이의 거리가 2 cm와 2.5 cm인 경우에는 기존의 2-채널 ovoid applicator와 새로 제작한 ovoid applicator 사이에 선량분포에서 차이가 없었으나, 양쪽 ovoid applicator 사이의 거리가 3, 3.5, 4 cm로 증가될수록 기존의 2-채널 ovoid applicator를 사용하는 경우에는 ovoid applicator 사이 중간지점에 저선량 부위가 발생하였지만, 새로 보완하여 제작한 3-채널 ovoid applicator를 사용하는 경우에는 저선량 지점이 발생하지 않았다. 이상의 결과에서 질강이 넓어서 기존의 2-채널 ovoid applicator를 이용할 수 없는 경우에 양쪽 ovoid applicator 사이에 추가로 방사선원을 더 설치할 수 있는 3-채널 ovoid applicator를 사용하면 질강내 국소재발의 감소와 생존율의 증가에 기여할 것으로 생각되었으며, 향후 더 많은 환자들을 대상으로 장기간에 걸친 임상적인 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

**중심단어:** 질 강내조사, 3-채널 Ovoid applicator, 균일한 선량 분포

#### 서 론

자궁경부암은 우리나라 여성에서 발생하는 10대 악성종양 중에서 5위를 차지하지만,<sup>1)</sup> 전체 환자의 약 50%가 방사선치료를 받기 때문에 방사선종양학과 업무에서는 매우 중요한 종양이다.<sup>2)</sup> 통상 국소적으로 진행되어 수술이 불가능하거나 환자가 수술을 거부하는 경우에 근치적인 목적으로 사용되어 왔지만, 최근에는 비교적 초기에 발견되는 환자가 많아서 먼저 수술을 시행한 후 국소재발의 가능성이 높은 경우에 수술 후 방사선치료로 이용된다.<sup>3)</sup> 임상적으로

수술 후 병리 조직 검사에서 침윤성 종양이 남아 있거나 골반 내 림프절을 침범한 경우에는 외부조사가 반드시 필요하지만, 질강 내에 국한되어 재발의 가능성이 높은 상피내 암종이나 경도의 침윤성 종양이면 강내조사만 시행하기도 한다.<sup>4)</sup> 질강을 통한 강내조사는 물리학적인 특성상 선원에 인접한 부위에 고선량이 집중적으로 조사되므로 치료할 부위와 ovoid applicator가 형태적으로 잘 맞아야 정확한 치료가 가능하며 부작용을 최대한 줄일 수 있다.<sup>5,6)</sup> 만약 방사선종양학과에서 사용하는 ovoid applicator가 대상 환자의 해부학적인 형태에 적합하지 않는 경우에는 치료할 질의 형태에 적합한 ovoid applicator를 자체적으로 제작하여 강내조사를 실시하기도 한다.<sup>7-9)</sup>

본 연구는 자궁경부암의 수술 후 방사선치료 또는 질강에 발생한 원발성이나 속발성 악성종양의 치료에 이용되는 질 강내조사에서 기존의 ovoid applicator를 사용하면 질 점막에 불균일한 선량분포가 발생할 가능성이 높은 경우에 사용할 수 있도록 기존의 2-채널 질 ovoid applicator에 추가

본 연구는 2002학년도 영남대학교 학술연구조성비의 후원으로 이루어졌음.

이 논문은 2004년 7월 9일 접수하여 2004년 8월 13일 채택되었음.

책임저자 : 신세원, (705-717) 대구시 남구 대명 5동 317-1

영남대학교 의과대학 방사선종양학교실

Tel: 053)620-3372, Fax: 053)624-3599

E-mail: soshin@med.yu.ac.kr

로 선원을 더 설치할 수 있는 3-채널 질 ovoid applicator를 직접 제작하여 방사선물리학적으로 선량 분포를 분석하여 다양한 형태의 질강을 통한 강내조사에 필요한 임상자료로 이용하기 위하여 시행되었다.

**재료 및 방법**

본 연구에는 영남대학교 의과대학 부속병원 방사선종양학과와 고 선량률 강내치료기(Ralstron-20B, Shimadzu Co., Japan), 기존의 Henschke형 2-채널 ovoid applicator, 치료계획장치(Therac 2000, NEC, Japan), 방사선조사량의 분포를 확인하기 위한 X-Omat V film (Kodak, U. S. A.)과 필름의 흑화도로 선량의 분포를 확인할 수 있는 Densitometer PDM5 (Sakura, Japan), 필름 digitizer와 선량분포 분석장치인 VXR-16 Dosimetry Pro<sup>®</sup> (Scanditronix Wellhofer, Germany)를

사용하였다.

본 연구에 필요한 3-채널 강내조사 ovoid applicator는 기존의 2-채널 ovoid applicator (Fig. 1)의 한 가운데 지점에 새로이 추가 선원을 설치할 수 있도록 스테인리스 관을 제작하여 고정하였다(Fig. 2).

기존의 2-채널 ovoid applicator와 새로이 제작한 3-채널 ovoid applicator의 선량분포를 비교하기 위하여 양쪽 ovoid applicator 사이의 거리를 2 cm에서 0.5 cm 씩 증가시켜서 최대 4 cm으로 공기 중에서 모의 강내조사를 실시한 후 선량분포도를 작성하여 비교하였다. 본 연구에 사용된 방사선원은 코발트-60으로, 양쪽 ovoid applicator에는 각각 2 Ci 선원을 삽입하였으며, 가운데 스테인리스관안에 위치한 아크릴튜브에는 3 Ci 선원을 삽입하였다. 질 점막에 조사되는 방사선량을 10 Gy로 규정하였을 때, 양쪽 ovoid applicator 사이의 거리가 증가함에 따라 질 점막에 분포하

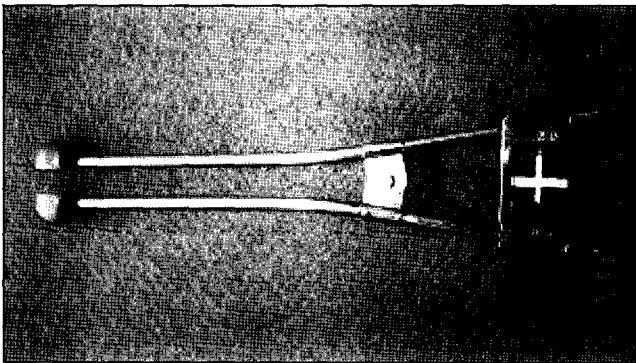


Fig. 1. Original 2-channel ovoid applicator.

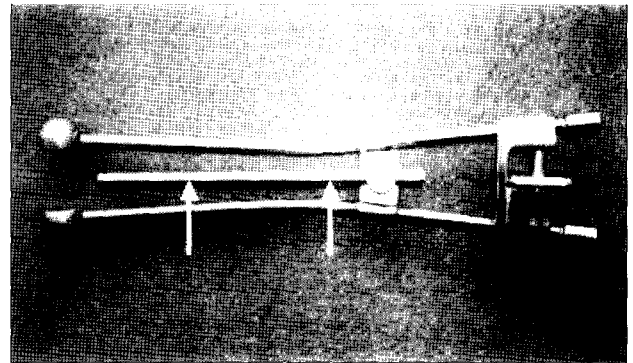


Fig. 2. Modified 3-channel ovoid applicator.

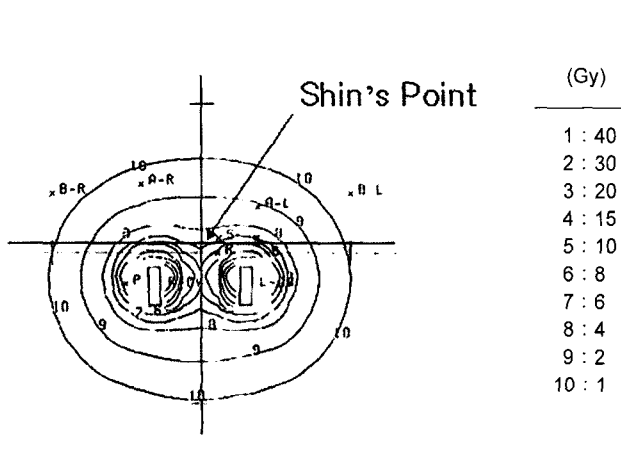
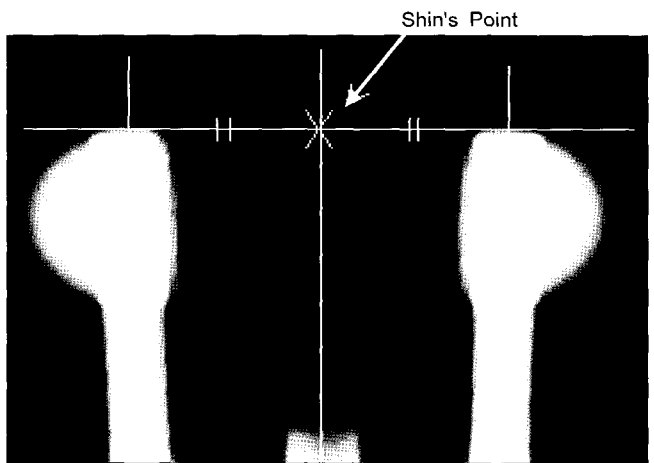


Fig. 3. Relative dose distribution to reference point (Shin's Point).



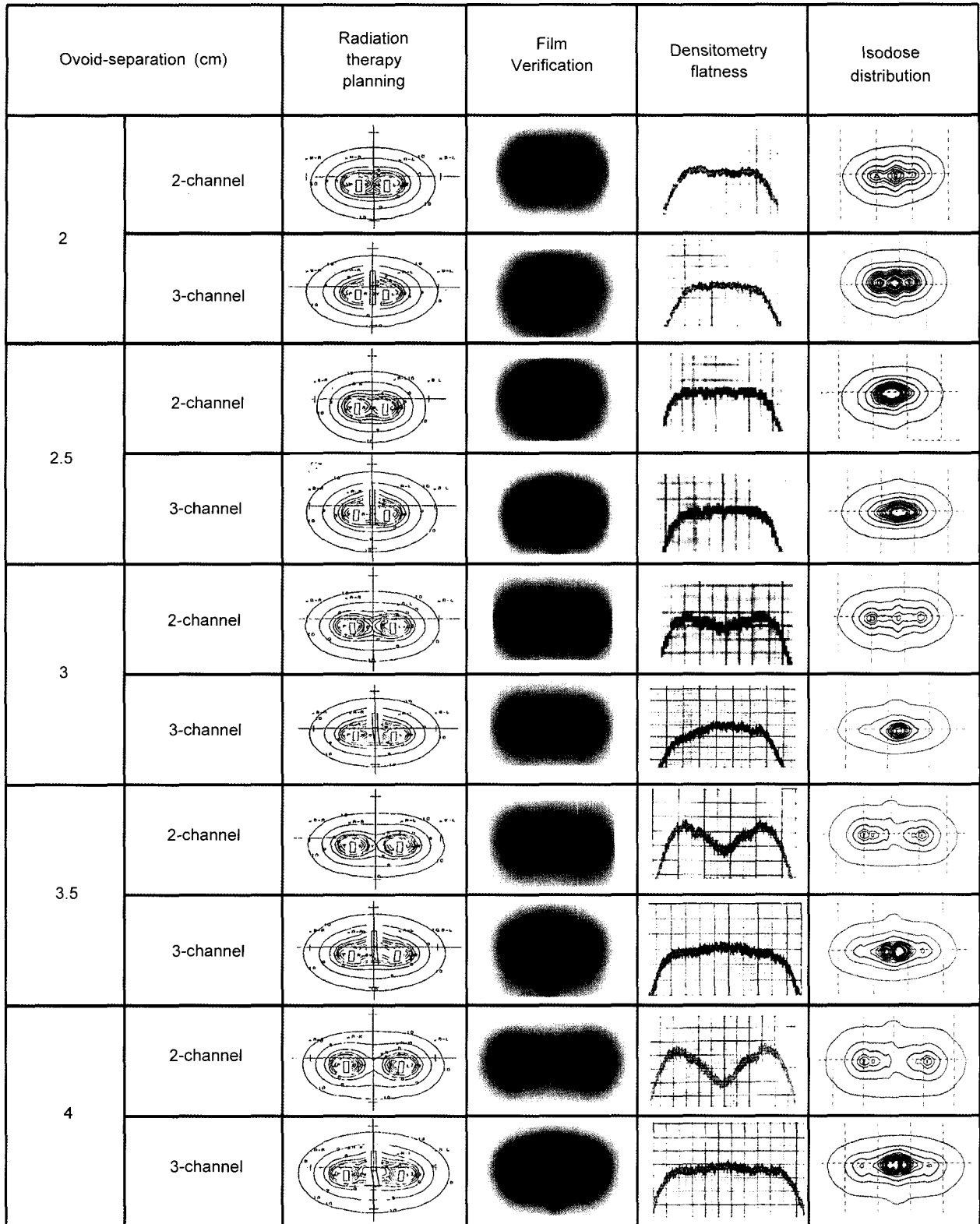


Fig. 4. Dose distribution according to ovoid-separation with 2- and 3-channel ovoid applicators.

Table 1. Relative dose distribution according to ovoid-separation using 2- and 3-channel ovoid applicators.

| Ovoid-separation (cm) |           | Shin's Point Dose (Gy) | Inhomogeneity (%) |
|-----------------------|-----------|------------------------|-------------------|
| 2                     | 2-channel | 10.41                  | +0.41             |
|                       | 3-channel | 10.76                  | +0.76             |
| 2.5                   | 2-channel | 10.13                  | +0.13             |
|                       | 3-channel | 10.61                  | +0.61             |
| 3                     | 2-channel | 6.23                   | -3.77             |
|                       | 3-channel | 10.43                  | +0.43             |
| 3.5                   | 2-channel | 5.16                   | -4.84             |
|                       | 3-channel | 10.08                  | +0.08             |
| 4                     | 2-channel | 3.61                   | -6.39             |
|                       | 3-channel | 9.96                   | -0.04             |

Prescription dose: 10 Gy at proximal surface of the ovoid applicator, shin's point: imaginary point of low dose area between ovoid applicator

는 방사선량의 변화를 확인하기 위하여 가상의 점(이하 Shin's Point)을 ovoid applicator의 머리 방향 두 끝을 연결한 직선상의 중앙지점으로 하여 방사선 조사량의 비율을 구하였다(Fig. 3). 이 지점은 ovoid applicator를 삽입한 상태에서 패키징을 하더라도 변화가 가장 적은 부위이다.

### 결 과

기존의 강내조사용 2-채널 ovoid applicator와 본 연구를 위하여 새로 보완 제작한 3-채널 ovoid applicator를 사용하여 질점막에 10 Gy가 조사되도록 모의 강내조사를 계획하고 양쪽 ovoid applicator사이의 거리를 2 cm에서 0.5 cm 간격으로 증가시키면서 선량분포를 비교하였다. 방사선조사량의 편평도(flatness)를 확인하기 위하여 X-Omat V film을 사용하여 확인사진을 촬영한 후 densitometer를 사용하여 선량분포도를 얻었으며, 필름 digitizer를 이용하여 주사(scan)한 후 등선량 곡선을 얻었다. 치료계획 컴퓨터에서도 출력된 등선량 곡선에서 양쪽 ovoid applicator 사이의 거리가 2 cm와 2.5 cm인 경우에는 기존의 2-채널 ovoid applicator와 새로이 제작한 3-채널 ovoid applicator를 이용하여 모의 강내조사를 시행한 결과 선량분포에는 차이가 없었다. 그러나 양쪽 ovoid applicator 사이의 거리를 더 증가시켜 3 cm, 3.5 cm 과 4 cm 인 경우에는 기존의 2-채널 ovoid applicator를 사용하는 경우에는 두 선원 사이의 중간 부위에 저 선량 부위가 발생하였지만 3-채널 ovoid applicator를 사용한 경우에는 저 선량 지점이 발생하지 않았다(Table 1, Fig. 4).

### 고찰 및 결론

악성종양에 대한 이상적인 방사선치료는 치료하고자 하는 부위에는 치료에 필요한 충분한 양의 방사선을 조사하지만 정상조직에는 최소량의 방사선을 조사하는 것으로,<sup>10)</sup> 이 목적을 달성하기 위하여 다양한 방사선치료방법이 개발되어 치료에 이용되고 있다. 특히 자궁경부암이나 질 악성종양 환자에서 시행되는 강내조사는 수술 후 국소 재발의 가능성이 높은 경우에 국소 재발률을 감소시키고 생존율을 증가시킬 수 있기 때문에 매우 중요하다.<sup>4)</sup>

임상적으로 자궁경부암의 치료에서 강내조사는 자궁적출술 후 질강 내에 국한되어 재발의 위험성이 높은 경우에 선택적으로 시행된다. 만약 골반 내 림프절 전이의 가능성이 높으면 외부 방사선 치료와 병합하여 시행된다. 자궁체부암의 치료에서도 수술 후 병리학적 예후인자 중에서 자궁경부에 잠재적인 병소가 발견되면 강내조사만을 시행하고, 악성종양세포가 수술 절제연을 침범한 경우에는 외부 방사선치료와 강내조사를 병행하여 국소 재발률을 감소시킨다.

자궁적출술 후 시행되는 강내조사에서 시술 과정에서 중요한 것은 수술 후 변화된 질강의 형태에 적합한 ovoid applicator를 선택해서 치료해야 된다는 것이다.<sup>3)</sup> 통상적으로는 기존의 상품화된 ovoid applicator를 사용하여 강내조사를 시행하지만, 수술 후 변형으로 질강의 모양이 기존의 ovoid applicator를 사용할 수 없는 경우 방사선종양학자는 질강의 형태에 적합한 새로운 ovoid applicator를 제작하여 강내조사를 시행하였다.

Admur 등<sup>7)</sup>은 형태가 단순한 질 ovoid applicator를 자체 제작하여 실제 임상에 적용한 경험과 물리학적인 장점을 보고하였고, Demanes 등<sup>8)</sup>은 질강을 통한 고선량 강내조사에 사용되는 다 채널 ovoid applicator를 제작하여 사용하였으며, Shin<sup>9)</sup>은 질강의 해부학적인 형태와 유사한 형태의 2-채널 applicator를 제작하여 반복하여 사용하는데 편리함과 방사선치료 후 질강의 협착을 방지할 수 있는 질 확장기로도 사용할 수 있는 장점을 보고한 바 있다. 수술 후 질강의 모양이 질 점막에 균일한 선량이 분포하지 못하면 방사선치료의 재발 억제효과는 감소하고 치료와 연관된 부작용만 증가될 수 있으므로 세심한 주의가 필요하다.<sup>11)</sup>

질강을 통한 강내조사는 자궁경부암이나 자궁체부암의 치료에서 수술 후 질강내 재발의 가능성이 높은 경우<sup>12)</sup>와 원발성 질의 악성종양이나 인접부위에서 파급된 종양의 치

료에서 매우 중요하며,<sup>13)</sup> 이미 보편화된 고선량률 강내조사 장치를 사용하는 경우에는 외래에서 반복하여 통원 치료를 하기 때문에 방사선원의 위치고정과 반복 사용이 용이해야 치료에 이용할 수 있다.<sup>14)</sup>

본 연구는 질강을 통한 강내조사에서 한 개의 선원을 사용하는 원통형(cylinder) applicator나 기존의 ovoid applicator의 크기를 조절할 수 없는 2-채널 ovoid applicator를 사용하면 질 점막에 균일한 선량을 조사할 수 없는 경우에 사용 가능한 ovoid applicator 개발에 필요한 자료를 얻기 위하여 질강내 ovoid applicator 표면에 일정량의 방사선이 조사되도록 하여 양쪽 ovoid applicator사이의 거리를 증가시키면서 모의조사를 시행하여 film densitometry와 film scanner를 이용하여 정확한 선량분포를 확인한 것이다.

이번에 개발된 3-채널 ovoid applicator는 기존의 2-채널 ovoid applicator 사이의 중앙부에 스테인리스관을 새로이 제작하여 고정시킨 것으로 ovoid applicator 삽입 후 패킹하는 과정에서 중앙부의 스테인리스관안의 아크릴튜브에 삽입된 선원을 잘 고정시켜 줄 수 있으므로, ovoid applicator를 반복하여 사용하는 고선량률 강내조사에서 시술에 편리할 것으로 생각되었다. 또한 양쪽 ovoid applicator사이의 거리가 3 cm 이상 떨어지는 경우에 질 점막의 선량분포가 기존의 2-채널 ovoid applicator와 비교하여 더 균일하여 진찰 소견에서 질강이 너무 넓어서 기존의 ovoid applicator를 사용할 수 없다고 판단되는 환자를 잘 선택하여 사용하면 질강내 재발의 가능성을 줄여 줄 것으로 생각되었으며, 질에 인접한 정상장기인 방광이나 직장에 불필요한 방사선 조사를 피할 수 있어서 부작용을 감소시킬 수 있으며, 생존율의 향상에도 기여할 것으로 생각되었지만 앞으로 더 많은 환자들을 대상으로 장기간에 걸친 연구가 더 필요할 것으로 생각한다.

### 참 고 문 헌

1. 보건복지부: 한국중앙암등록 사업 연례 보고서, 2002, 보건복지부, 서울(2003)
2. Ha SW, Kim MK: Forecasting facility and personnel for KOSTRO. J Kor Soc Ther Radiol Oncol 18(S):7-13 (2000)
3. Einhorn N, DePetrillo AD: Treatment of invasive carcinoma of the cervix. In Kavanagh JJ, Singletary SE, Einhorn N, DePetrillo AD: Cancer in women. Blackwell Science, Tokyo (1998), p. 266
4. Hoskins WJ, Perez CA, Young RC: Principles and practice of gynecologic oncology. 3rd ed, Lippincott William & Wilkins, Philadelphia(2000), pp. 876-879
5. Perez CA, Brady LW: Principles and practice of radiation oncology. 3rd ed. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia (1998), pp. 1733-1793
6. Deutsch M, Parsons JA: Radiotherapy for carcinoma of the cervix recurrent after surgery. Cancer 34:2051-2055 (1974)
7. 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)
8. Demanes DJ, Rege 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)
9. Shin SO: Design of a new applicator for high-dose rate vaginal brachytherapy. Yeungnam Univ J of Med 17(2):123-128 (2000)
10. Rubin P: Clinical Oncology. 8th ed. W.B. Saunders, Philadelphia(2001), p. 99
11. DiSaia PJ, Creasman WT: Clinical gynecologic oncology. 5th ed, Mosby, St. Louis(1997), p. 83
12. DeVita VT, Hellman S, Rosenberg SA: Cancer principles and practice of oncology. 6th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia(2001), p. 1543
13. Pierquin B, Wilson JF, Chassagne D: Modern brachytherapy, Masson Publishing Inc, Chicago(1987), pp. 211-219
14. Khan FM: The physics of radiation therapy. 2nd ed. William & Wilkins, Baltimore(1994), p. 469

## Dose Distribution of 3-Channel Ovoid Applicator

Sei One Shin, Chang Hee Kim, Sang Mo Yun, and Sung Kyu Kim

Department of Therapeutic Radiology and Oncology  
College of Medicine, Yeungnam University

This study was aimed to develop a new ovoid applicator for vaginal high-dose rate intracavitary radiation therapy, evaluate uniformity of dose distribution, and assess clinical applicability. The authors evaluated dose uniformity of vaginal mucosa according to 5-different ovoid-separation using 2-channel and modified 3-channel ovoid applicator. There were no significant differences in the dose distribution along the vaginal mucosa with 2 and 2.5 cm separations, but there were between the 2-channel and 3-channel ovoid applicator with a separation of 3 cm or more. Although a low dose area was shown between two ovoid applicators with the 2-channel ovoid applicator, the dose distribution along the vaginal mucosa with the 3-channel ovoid applicator was very uniform.

---

**Key Words:** Intracavitary radiation, 3-Channel ovoid applicator, Uniform dose distribution