

## 골반부 방사선 조사야 내의 소장 용적을 줄이기 위한 Small Bowel Displacement System(SBDS)의 사용

성균관의대 삼성서울병원 치료방사선과

임도훈 · 허승재 · 안용찬 · 김대용 · 우흥균 · 김문경 · 최동락 · 신경환

### Minimization of Small Bowel Volume within Treatment Fields Using Customized Small Bowel Displacement System(SBDS)

Do Hoon Lim, M.D., Seung Jae Huh, M.D., Yong Chan Ahn, M.D.,  
Dae Yong Kim, M.D., Hong Gyun Wu, M.D., Moon Kyung Kim, M.D.,  
Dong Rak Choi, PhD. and Kyung Hwan Shin, M.D.

*Department of Radiation Oncology, Samsung Medical Center, College of Medicine,  
Sung Kyun Kwan University, Seoul, Korea*

**Purpose** : Authors designed a customized Small Bowel Displacement System (SBDS) to displace the small bowel from the pelvic radiation fields and minimize treatment-related bowel morbidities.

**Methods and Materials** : From August 1995 to May 1996, 55 consecutive patients who received pelvic radiation therapy with the SBDS were included in this study. The SBDS consists of a customized styrofoam compression device which can displace the small bowel from the radiation fields and an individualized immobilization abdominal board for easy daily setup in prone position. After opacifying the small bowel with Barium<sup>®</sup>, the patients were laid prone and posterior-anterior (PA) and lateral (LAT) simulation films were taken with and without the SBDS. The areas of the small bowel included in the radiation fields with and without the SBDS were compared.

**Results** : Using the SBDS, the mean small bowel area was reduced by 59% on PA and 51% on LAT films ( $P=0.0001$ ). In six patients (6/55, 11%), it was possible that no small bowel was included within the treatment fields. The mean upward displacement of the most caudal small bowel was 4.8 cm using the SBDS. Only 15% (8/55) of patients treated with the SBDS manifested diarrhea requiring medication.

**Conclusion** : The SBDS is a novel method that can be used to displace the small bowel away from the treatment portal effectively and reduce the radiation therapy morbidities. Compliance with setup is excellent when the SBDS is used.

**Key Words** : Pelvic radiotherapy, Bowel morbidity, Small bowel displacement system

이 논문은 1997년 4월 11일 접수하여 1997년 8월 14일 채택되었음.  
본 논문은 성균관의대 삼성서울병원 임상연구 기금의 보조로 이루어졌음.  
통신저자: 임도훈 서울시 강남구 일원동 50 삼성서울병원 치료방사선과

서 론

골반부 방사선 치료에 있어서 조사야 내에 포함되는 소장은 방사선 치료의 급성 및 만성 부작용을 초래하는 장기이다. 이러한 부작용은 방사선 치료 조사야 내에 포함되는 소장의 용적(volume)과 총 방사선 선량과 관계가 있다. 골반부 종양을 치료하기 위해서는 전 골반부에 45Gy에서 50Gy 이상의 방사선량이 필요하며, 이 선량은 소장의 부작용을 초래할 수 있다<sup>1,2)</sup>. 따라서 방사선에 조사되는 소장의 용적을 줄이기 위해 다양한 방법들이 시도되어왔으며, 예를 들면 omental sling<sup>3,4)</sup>이나 pelvic tissue expander<sup>5)</sup>를 이용하여 소장을 물리적으로 방사선 조사야로부터 벗어나도록 하는 수술적 방법, 복와위 자세 및 방광을 확장시켜 치료하는 방법<sup>6)</sup>, 다면 조사 혹은 추가치료 (boost technique)를 시행하는 방법 등이 있다. 최근에는 belly board 또는 displacement device 등을 사용하여 조사야내의 소장의 용적을 줄일 수 있다고 발표되었다<sup>7,8)</sup>.

이 논문은 골반부 종양 환자의 방사선 치료에 소장을 방사선 조사야 밖으로 밀어내는 Styrofoam compression device와 개인별 체형에 따른 Immobilization Device 로 구성된 Small Bowel Displacement System의 제작 방법 및 그 임상적 효과에 대해서 보고하고자 한다.

대상 및 방법

이 논문은 삼성서울병원 치료방사선과에서 Small Bowel Displacement System (이하 SBDS)을 사용하기 시작한 1995년 8월부터 1996년 5월까지 모의치료를 시행한 55명의 환자를 대상으로 하였다. 대상 환자의 연령은 35세에서 74세 (중앙값 62세)이며, 질환별로 자궁경부암이 21명, 자궁내막암이 4명, 그리고 직장암이 30명이었다(Table 1).

Holst 등<sup>9)</sup>의 논문을 기초로 하여 저자들이 제작, 사

용한 SBDS는 소장을 방사선 조사야 밖으로 밀어내는 Styrofoam compression device와 환자 치료시 치료 자세의 재현성을 높이며 Styrofoam compression device 로 인한 환자의 복부 불편감을 줄이기 위한 Immobilization device 로 구성된다(Fig. 1). 모의치료를 시작하기 한 시간 전에 환자에게 150ml 의 Barium<sup>®</sup> 과 350ml의 물을 섞은 혼합물을 마시게 한 후 복와위 상태에서 후방-전방 및 측방 촬영을 시행한다(Fig. 2-A). 이어 환자를 Styrofoam compression device 위에 앞드리게 한 후 투시를 하면서 조영제 채워진 소장이 골반강 밖으로 가장 많이 이동되도록 Styrofoam compression device의 위치를 정한 후 Immobilization device를 제작(Fig. 3)하고, 후방-전방 및 측방 촬영을 다시 시행한다(Fig. 2-B). 방사선 치료 범위는 전방 및 후방 조사야에서는, 측방으로는 골반 상협부 가장자리중 가장 넓은 부위에서 1.5cm 내지 2cm 밖으로 하였고, 상방 및 하방으로는 환자의 절환

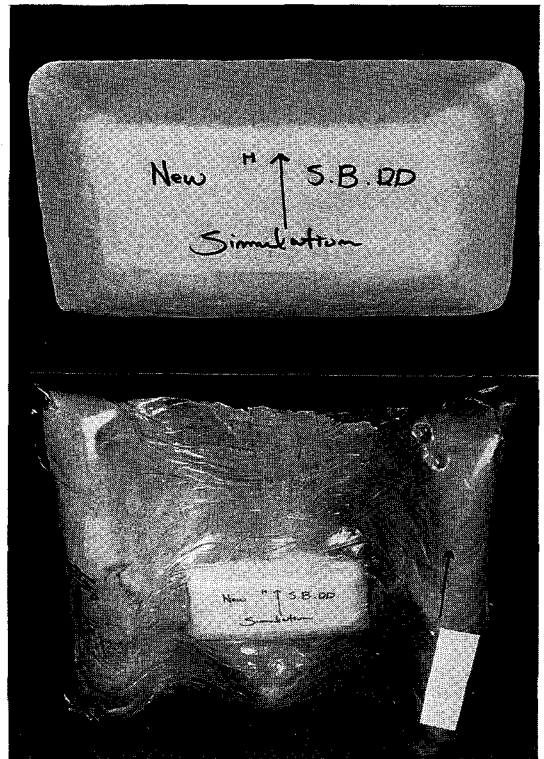


Fig. 1. The Small Bowel Displacement System consists of a styrofoam compression device and a immobilization device to mount the compression device for easy setup and patients comfort.

Table 1. Characteristics of Patients (N=55)

Sex	Male	11
	Female	44
Age (median)		35 - 74 yrs (62)
Diagnosis	Carcinoma of Cervix	21
	Carcinoma of Endometrium	4
	Carcinoma of Rectum	30

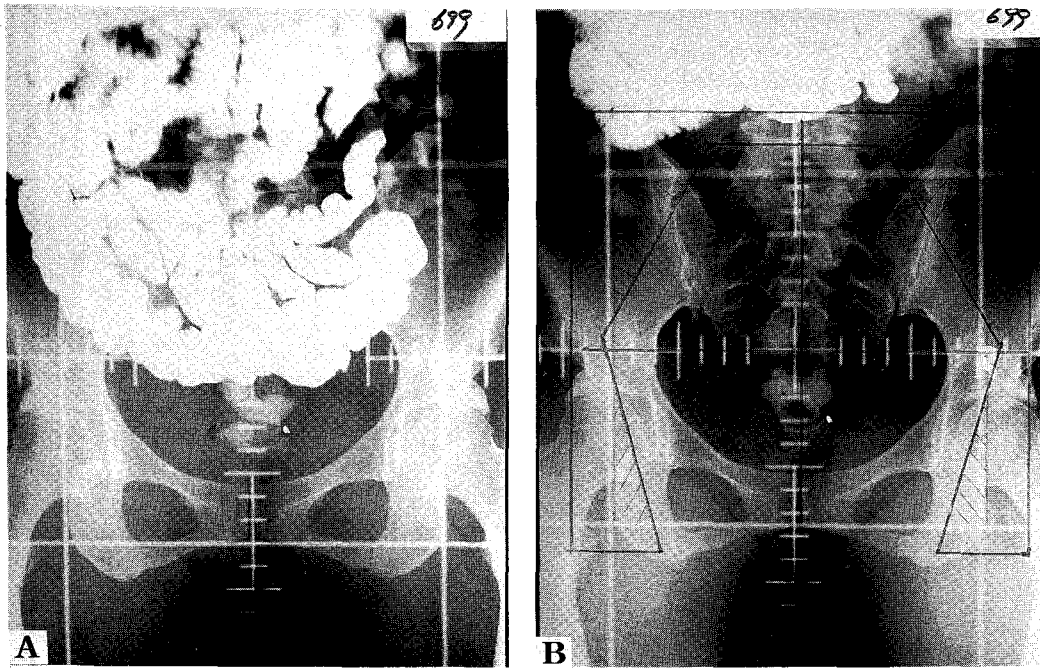


Fig. 2. Example of PA simulation films of patient treated for cervical cancer. All opacified small bowel within the radiation therapy field without SBDS (A) was displaced out of the field by use of the SBDS (B).

Table 2. Mean Percents of Small Bowel Area within the Radiation Fields

	without SBDS	with SBDS	Mean Reduction of Small Bowel
PA	40.9%	16.9%	58.7%
LAT	13.1%	6.4%	51.1%

( $P=0.0001$ )

과 수술 소견에 따라서 조정하였다. 모의치료가 끝난 후 전체 방사선 조사야의 면적과 방사선 조사야내에 포함되는 조영제로 조영된 소장의 면적의 비율을 SBDS를 사용하기 전과 사용한 후에 각각 측정 및 비교하였으며, 측정된 소장의 면적은 소장의 용적을 대신하는 parameter로 사용하였고, SBDS를 사용했을 때 소장의 이동거리는 치골결합 상부와 조영된 소장의 최하단의 거리를 측정하여 비교하였다. 방사선 치료의 조사야는 자궁경부암, 자궁내막암 환자에서는 4분 치료를, 직장암 환자에서는 양 측방 및 후방 방사선 조사로 3분 치료를 시행하였다. SBDS의 임상 효과를 평가하기 위해서 방사선 치료 전, 치료 중, 그리고 치료 후의 환자의 체중 변화를 기록하였으며, 치료중에

나타나는 환자의 설사의 횟수를 기록하였다. SBDS를 사용하기 전 및 사용한 후에 계산된 방사선 조사야내에 포함되는 소장의 면적의 비교는 t-test를 사용하였다.

### 결 과

SBDS 를 사용하지 않을 때 방사선 조사야내에 포함되는 소장의 면적 비율의 평균값은 후방-전방 촬영 필름에서는 40.9%, 측방 촬영 필름에서는 13.1%였다. SBDS를 사용할 때에는 각각 16.9%와 6.4%로, SBDS를 사용함으로써 SBDS를 사용하지 않을 때와 비교하여 각각 58.7%와 51.1%의 소장이 방사선 조사야 밖으로 밀려났다고 할 수 있었으며 이는 통계적으로 유의한 차이 ( $P=0.0001$ )를 나타냈다(Table 2). 55명 중 소장의 상향 이동이 전혀 없었던 4명을 제외한 51명 (93%)의 환자에서 소장의 상향 (rostral) 이동이 관찰되었는데, 그 이동 거리는 1cm에서 11cm이었으며, 평균값은 4.8cm이었다. 그리고 55명중 6명 (11%)에서는 조영된 모든 소장이 치료조사야 밖으로 벗어난 것을 볼 수 있었다(Fig. 2). 방사선 치료 중에 20명 (36.4%) 만이 설사를 호소하였는데, 이 중 8명만이 지

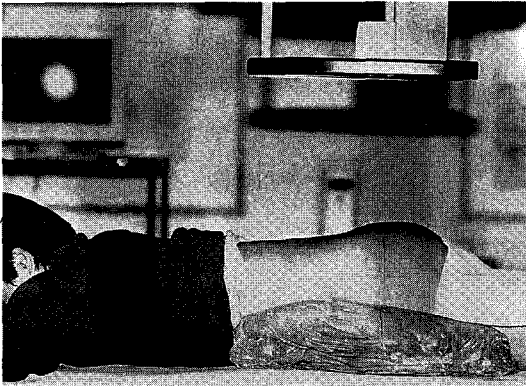


Fig. 3. Patient in treatment position with Small Bowel Displacement System, which provides comfort and setup reproducibility.

사제의 투여가 필요할 정도였으며 설사로 인하여 치료가 중단된 경우는 전혀 없었다.

## 고 찰

소장은 골반부 종양의 방사선 치료에 있어서 생길 수 있는 급성 및 만성 방사선 부작용의 가장 중요한 피해 장기이다. 여러 문헌에서 소장의 방사선 부작용에 영향을 미치는 여러 요인들에 대해서 언급이 있어 왔는 바, 과거의 골반부 수술에 의한 소장의 유착으로 인한 해부학적 위치 변화<sup>10)</sup>, 고혈압<sup>4, 11)</sup>, 당뇨병 등<sup>12, 13)</sup>과 같은 내과적 질환, 골반 염증성 질환<sup>13)</sup>, 고령, 방사선 조사 범위<sup>14)</sup> 및 방사선 치료기간, 총방사선량, 방사선 분할 조사 방법 등<sup>15)</sup>이 있다. 또한, 방사선 치료 후 발생 가능한 장의 부작용에 대한 연구에 의하면 수술을 요하는 합병증의 빈도는 직장암의 경우 5%에서 15%<sup>1, 11, 16)</sup>, 자궁암 (자궁경부 및 자궁내막암)의 경우에는 6%<sup>17)</sup>로 보고하였다. Bourne 등의 보고에 의하면 자궁 경부암에서 중증의 만성 방사선 합병증을 초래하는 위험은 급성 합병증이 없었던 경우보다 있었던 경우에 더 컸으며, 그 상대적 위험도는 2.7이었다<sup>18)</sup>. 따라서 골반부 방사선 치료에 있어서 급성 부작용을 줄이는 것이 만성 합병증의 감소에도 중요하다고 할 수 있다. 소장으로 인한 방사선 부작용을 최소화시키는 방법은 방사선에 노출되는 소장의 용적을 줄이는 것이 가장 효과적이다. Belly board<sup>7, 8, 19)</sup> 혹은 SBDD<sup>9)</sup>와 같은 기구를 사용하거나 다양한 외과적 방법<sup>3, 4, 5, 20)</sup>을 이용한 효과에 대해서는 여러 논문에서 보고되었으며, 이 중 외과적 방법에 대해서는 다른 부작용이 생기는 등, 그 안전성에도 의문이 제기되기도 하였다

21). 이상과 같이 방사선 치료 조사야에 포함되는 소장의 용적을 줄일 수 있는 방법들이 시도되었음에도 불구하고 최근 발표된 미국내에서의 자궁경부암 치료 방법 조사 연구 보고에 의하면 치료계획 중 소장조영을 시행하는 경우는 단지 12%에 불과하여, Hernandez<sup>22)</sup>는 골반부 방사선 조사시 정상 조직의 손상을 줄이기 위해서는 소장조영 방법을 포함한 비침습적인 방법을 필수적으로 사용해야 한다고 주장하기도 했다.

본 저자들이 사용한 SBDS는 소장을 이동시키는 비침습적인 기구로서 대부분의 환자에서 유용하게 쓸 수 있는 기구이다. 저자들의 경험을 정리하면 모의치료 과정에서 SBDS를 사용하지 않을 때보다는 시간이 더 걸리는 단점이 있지만, SBDS는 대체로 사용하기가 편하며, 방사선으로 인한 소장의 급성 부작용을 줄이고, 방사선 치료기간 동안의 환자 전신 상태를 좋은 상태로 유지시킬 수 있었던 것을 확인할 수 있었다. 그러나 일부의 환자에서는 SBDS가 소장을 상향 이동시키기 보다는 후방으로 이동시킴으로써 오히려 방사선에 노출되는 소장의 량을 증가시키는 경우도 있었으며, 이런 경우에는 SBDS 사용이 도움이 되지 못하리라 판단된다. 이외에도 방사선 치료 전에 골반부 수술을 시행한 환자에서는 SBDS가 수술부위에 불편감이나 통증을 유발하기도 하였지만, 각각의 환자에게 안정적인 고정 기구(Immobilization device)를 만듦으로써 이를 해소할 수 있었으며, 매일 환자 치료에 있어서 높은 재현성을 보장하였다<sup>23)</sup>.

비록 본 연구의 추적 관찰 기간이 짧아 SBDS가 환자의 만성 합병증에 대해 어떤 영향을 미치는 지에 대해서는 언급할 수 없지만, 방사선 조사야내에 포함되는 소장 용적을 줄여주어 급성 부작용의 빈도를 감소시킬 수 있었던 것은 궁극적으로 만성 부작용의 감소에도 기여할 수 있을 것으로 판단되며 이에 대한 앞으로의 추적 관찰을 계속할 예정이다. 또한 SBDS로서 만성 부작용을 감소시킬 수 있다면, 필요한 경우 골반부 방사선량을 안정하게 증가시켜 보다 향상된 치료효과를 기대할 수도 있으리라 예상된다.

## 참 고 문 헌

1. Dutton JR, Hoskins RB, Gunderson LL et al. Adjuvant post-operative radiation therapy in the management of adenocarcinoma of the colon. *Cancer* 1986; 57:956-963
2. Green N. The avoidance of small intestine injury in gynecologic cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*

- 1983; 9:1385-1390
3. **Kavanah MT, Feldman MI, Devereux DF et al.** New surgical approach to minimize radiation-associated small bowel injury in patients with pelvic malignancies requiring surgery and high dose irradiation. *Cancer* 1985; 56:1300-1304
  4. **Gunderson LL, Russel AH, Llewellyn HJ et al.** Treatment planning for colorectal cancer : radiation and surgical techniques and value of small-bowel films. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1985; 11:1379-1393
  5. **Herbert SH, Solin LJ, Hoffman JP.** Volumetric analysis of small bowel displacement from radiation portals with the use of a pelvic tissue expander. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1993; 25:885-893
  6. **Green N, Iba G, Smith WR.** Measures to minimize small intestine injury in the irradiated pelvis. *Cancer* 1975; 35:1633-1640
  7. **Mak AC, Rich TA, Schultheiss TE.** Late complications of postoperative radiation therapy for cancer of the rectum and rectosigmoid. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1994; 28(3):597-603
  8. **Fu YT, Lam JC, Tze JMY.** Measurement of irradiated small bowel volume in pelvic irradiation and the effect of a bellyboard. *Clin Oncol* 1995; 7:188-192
  9. **Holst R, Couture TL, Koprowski C et al.** A simple manual method of repositioning small bowel during pelvic irradiation. *Medical Dosimetry* 1995; 20:123-129
  10. **Jampolis S, Martin P, Schroder P et al.** Treatment tolerance and early complications with extended field irradiation in gynecological cancer. *Brit J Radiol* 1977; 50:195-199
  11. **Potish RA.** Importance of predisposing factors in the development of enteric damage. *Am J Clin Oncol* 1982; 5:189-194
  12. **Murayama Y, Van Nagell JR, Utely J et al.** Radiation and small bowel complications in cervical carcinoma therapy. *Radiology* 1974; 112:699-703
  13. **Van Nagell JR, Murayama Y, Parker JC et al.** Small bowel injury following radiation therapy. *Am J Obstet Gynecol* 1974; 118:163-167
  14. **Perez CA, Breaux S, Madoc-Jones H et al.** Correlation between radiation dose and tumor recurrence and complications in carcinoma of the uterine cervix : Stages I & IIA. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1979; 5:373-382
  15. **Roswit B, Malsky S, Reid C.** Severe radiation injuries of the stomach, small intestine, colon and rectum. *Am J Roentgenol* 1972; 114:460-475
  16. **Einhorn N.** Frequency of severe complications after radiation therapy for cervical carcinoma. *Acta Radiol(Ther)* 1974; 14:42-48
  17. **Cochrane JPS, Yarnold JR, Slack WW.** The surgical treatment of radiation injuries after radiotherapy for uterine carcinoma. *Br J Surg* 1981; 68:25-28
  18. **Bourne RG, Kearsley JH, Grove WD et al.** The relationship between early and late gastrointestinal complications of radiation therapy for carcinoma of the cervix. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1983; 9: 1445-1450
  19. **Shanahan TG, Mehta MP, Bertelrud KL et al.** Minimization of small bowel volume within treatment fields utilizing customized Belly Board. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1990; 19:469-476
  20. **Bakare SC, Shafir M, McElhinney AJ.** Exclusion of small bowel from pelvis for postoperative radiotherapy for rectal cancer. *J Surg Oncol* 1987; 35:55-58
  21. **Sloan DA.** Complete small bowel obstruction in the early postoperative period complicating surgical sling procedure. *The Am Surg* 1994; 60:282-286
  22. **Hernandez JC.** The lack of use of small bowel contrast in the treatment planning for carcinoma of the cervix : what you dont know can hurt you. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*; 36:523-524
  22. **김대용, 김문경, 허승재 등.** 골반부 방사선 조사에서 Electronic Portal Imaging Device 를 이용한 치료간 및 치료중 위치 변동에 관한 분석. 대한 치료방사선 과 학회 초록집 1996; 109

= 국문 초록 =

### 골반부 방사선 조사야 내의 소장용적을 줄이기 위한 Small Bowel Displacement System (SBDS)의 사용

성균관의대 삼성서울병원 치료방사선과

임도훈 · 허승재 · 안용찬 · 김대용 · 우홍균 · 김문경 · 최동락 · 신경환

**목적:** 저자들은 골반부 방사선 치료에 있어서 소장을 방사선 조사야 밖으로 밀어냄으로써 방사선치료로 인한 소장의 부작용을 최소화하고자 Small Bowel Displacement System (SBDS)을 만들어 환자 치료에 적용하였다.

**대상 및 방법:** 1995년 8월부터 1996년 5월까지 SBDS를 이용하여 골반부에 방사선 치료를 받은 55명의 환자를 대상으로 하였다. SBDS는 환자의 하복부를 눌러줌으로써 골반부 내의 소장을 방사선 조사야 밖으로 밀어내는 Styrofoam compression device와 이로 인한 환자의 하복부 불편감을 줄이며 치료시 환자 자세의 안전성을 유지시키기 위해 환자 개개인별로 만든 Immobilization device로 구성된다. 모의치료시 소장을 조영제로 조영시킨 후 복외위 상태에서 SBDS를 사용하기 전과 사용한 후의 후방-전방 및 측방 촬영을 하여 방사선 조사야 내에 포함되는 조영제로 조영이 되는 소장의 면적을 측정하여 서로 비교하였다.

**결과:** SBDS를 사용했을 때 사용전에 비하여 후방-전방 촬영 필름에서는 59%의 소장이 그리고 측방 촬영 필름에서는 51%의 소장이 방사선 조사야 밖으로 밀려났다( $P=0.0001$ ). 조영된 소장의 평균 상향 이동 거리는 4.8cm였으며, 55명의 환자중 단지 8명 (15%)에서만 투약이 필요할 정도의 설사를 호소하였으며, 이로 인하여 방사선치료가 중단되거나 지연된 경우는 없었다.

**결론:** SBDS는 소장을 골반부 방사선 조사야 밖으로 효과적으로 밀어내는 기구로서 방사선 치료로 인한 소장의 부작용을 감소시키는 기구이다. 또한, 제작이 용이하며 환자 치료 자세의 높은 재현성을 보였다. SBDS를 사용한 환자에서 향후 방사선 만성 부작용의 발생 빈도 감소에 기여한다면 필요한 경우에 골반부에 조사하는 방사선량을 증가시켜 보다 향상된 치료효과를 기대할 수 있겠다.