

## 자궁경부암 환자에서 전골반 강도변조방사선치료에 의한 급성부작용

동아대학교 의과대학 방사선종양학교실\*, 산부인과학교실†

최영민\* · 이형식\* · 허원주\* · 차문석† · 김현호†

**목 적:** 자궁경부암으로 전골반 강도변조방사선치료를 받은 환자들에서 급성부작용을 조사하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2004년 8월부터 2006년 4월까지 동아대병원에서 자궁경부암으로 전골반 강도변조방사선치료를 받은 17명의 환자를 대상으로 하였다. 정맥 조영제를 이용하여 방사선치료계획용 전산화단층촬영을 하였다. 중심부위 임상표적체적(clinical target volume, CTV)에는 원발병소, 자궁, 질, 자궁방조직 등을 포함하였고, 림프절 CTV는 1 cm 이상의 림프절과 조영제로 확인된 골반부위 혈관으로 정하였다. 계획용표적체적(planning target volume, PTV)은 중심부위 CTV로부터 1 cm 여유를 추가한 용적으로 정하였는데, 질의 후면으로부터는 5 mm의 여유를 추가하였다. 그리고 림프절 CTV로부터 1.5 cm 여유를 추가하여 PTV에 포함시켰다. PTV의 95% 이상에 50 Gy의 방사선이 조사 되도록 강도변조방사선치료를 계획하였다. 방사선치료 후 60일 동안의 급성부작용을 공통독성기준(common toxicity criteria)을 이용하여 평가하였다.

**결 과:** 급성 위장관부작용으로 1도의 오심, 1도 및 2도의 설사가 각각 10 (58.9%), 11 (64.7%), 1 (5.9%)명에서 각각 발생되었으나, 3도 이상의 부작용은 없었다. 혈액학적 부작용으로는 백혈구감소증, 빈혈, 혈소판감소증 등이 각각 15 (88.2%), 7 (41.2%), 2 (11.8%)명에서 발생되었으나, 3도 이상의 부작용은 백혈구감소증에서만 2명(11.8%)에서 발생되었다. 3도의 백혈구감소증이 발생한 환자들은 화학요법과 방사선치료를 병용하였다.

**결 론:** 자궁경부암에 대한 전골반 방사선치료에 강도변조방사선치료를 이용함으로써 중등도 이상의 급성부작용을 감소시켜 치료에 대한 환자의 내성을 증가시킬 것으로 생각된다.

**핵심용어:** 자궁경부암, 강도변조방사선치료, 급성부작용

### 서 론

자궁경부암에 대한 근치적 방사선치료 시에는 골반부위에 위치한 정상조직의 손상으로 인해 다양한 급성부작용의 발생이 가능하고, 심한 경우에는 방사선치료가 중단되기도 한다. 특히 방사선에 비교적 민감한 위장관의 점막 손상으로 인한 설사와 비타민, 젖당, 담즙산 등의 흡수 장애 등이 주로 발생된다.<sup>1~3)</sup> 그리고 성인에서는 기능성 골수의 약 40%가 골반뼈에 위치하고 있고<sup>4)</sup> 골수 세포가 골반 조직들 중에서 난소 다음으로 방사선에 민감하므로,<sup>5)</sup> 골반부위의 방사선치료는 골수 기능의 이상을 초래할 수

있다. 또한 자궁경부암의 고위험 환자군에 대한 방사선치료에 화학요법을 추가함으로써 치료 성적의 향상이 보고된<sup>6~9)</sup> 후로는 화학요법을 병용하는 빈도가 증가되고 있으므로, 위장관 및 골수의 손상 가능성이 이전에 비해 증가될 것이다.

부인암 환자의 전골반 방사선치료계획에 대한 연구들에서 전후좌우 방향의 통상적인 방사선치료에 비하여 강도변조방사선치료를 이용함으로써, 소장, 대장, 방광 등의 정상조직에 고선량의 방사선이 조사되는 용적을 상당히 감소시킬 수 있었다고 보고하고 있다.<sup>10~14)</sup> 또한 강도변조방사선치료는 방사선이 조사되는 골수의 용적도 감소시킨다고 보고되고 있다.<sup>15,16)</sup>

본 연구에서는 자궁경부암의 전골반 방사선치료에서 통상적인 방사선치료계획에 비해 강도변조방사선치료계획으로 소장과 골수를 비롯한 비교적 방사선에 민감한 정상조직에 대한 방사선량의 감소가 실제 환자들에서 급성부작용의 발생 빈도의 감소와 정도의 약화로 이어지는지 확인

이 논문은 2006년 9월 7일 접수하여 2006년 12월 3일 채택되었음.  
이 논문은 2005학년도 동아대학교 학술연구비(공모과제)에 의하여 연구되었음.

책임저자: 최영민, 동아대학교병원 방사선종양학과  
Tel: 051)240-5343, Fax: 051)254-5889  
E-mail: cymin00@dau.ac.kr

하고자 하였다.

### 대상 및 방법

2004년 8월부터 2006년 4월까지 동아대학교병원 방사선 종양학과에서 자궁경부암으로 골반부위에 근치적으로 강도변조방사선치료를 시행한 17명의 환자를 대상으로 하였다. 모든 환자들은 바로 누운 자세로 방사선치료계획용 전산화단층촬영(computed tomography, CT)을 하였다. 정맥조영제(Optiray 320, Mallinckrodt, St. Louis)를 주사하고, 첫 번째 요추부터 궁둥뼈결절의 5 cm 아래까지 5 mm 간격으로 CT를 촬영하였다. 촬영한 CT 영상을 방사선치료계획장치로 전송하였다.

CT에서 관찰되는 자궁경부의 병소와 1 cm 이상의 골반부위 림프절을 육안적종양체적(gross target volume, GTV)으로 정하였다. 중심부위 CTV는 자궁경부 GTV, 질의 상부 절반(병변이 질을 침범한 경우에는 질의 하부까지 포함하거나 병변의 미측으로부터 최소한 1 cm의 여유를 두었다), 자궁방조직, 자궁(수술을 하지 않은 경우) 등을 포함하여 정의하였다. 부위림프절(regional lymph node) CTV는 림프절 GTV와 조영 증강되는 온(common), 내부, 외부 엉덩혈관들(iliac vessels)로 정하였다. 내부 장기의 운동과 방사선치료의 준비 오차를 고려하여 CTV로부터 여유를 추가하여 계획용표적체적(planning target volume, PTV)을 구하였다. 중심부위 CTV로부터는 1 cm의 여유를 추가하여 PTV를 구하였는데, 직장에 조사되는 방사선량을 감소시키기 위하

여 질의 후면으로부터는 5 mm의 여유를 두었다. 림프절 CTV로부터는 1.5 cm의 여유를 두고 PTV를 구하였다.

모든 환자들의 방사선치료계획용 CT에서 방광, 항문에 서부터 구불창자까지의 직장, 대퇴골두 및 경부 등의 윤곽을 그렸다. 소장과 결장의 외곽을 따로 그리지는 않았고, 네 번째 요추에서부터 꼬리방향(caudal)으로 복강을 그린 후에 직장, 방광, PTV 등을 제외한 용적을 복막강으로 정의하였다. 이 외에도 정상 조직에 대한 방사선량을 제한하기 위하여 거짓표적(pseudotarget)을 골반 근육과 엉덩뼈 일부에 그렸다.

강도변조방사선치료를 위한 역방향 치료계획(inverse planning)은 가는 빔살 나선형 연산법(pencil beam convolution method)을 이용하는 Eclipse 방사선치료 계획 장치(Varian Oncology System)를 이용하였다. 15 MV X-선의 선형가속기(Varian 2100Ex with 120-leaf millenium multileaf collimator)에 동일한 회전 중심을 갖는 7개의 빔살을 이용하였다. PTV에 50 Gy가 25회에 걸쳐 조사되도록 처방하였다. 처방선량의 15%와 10%를 초과하는 방사선량은 각각 PTV의 0%와 20% 미만으로 되도록 계획하였고, PTV의 95% 이상과 100%에는 각각 처방선량의 100%와 95% 이상이 조사되도록 목표를 세웠다. 방광, 직장, 대퇴골두 및 경부, 복막강, 거짓표적 등의 정상조직에는 방사선량을 제한하였다(Table 1). 치료 목표를 충족시키기 위하여 역방향 치료계획의 최적화를 반복적으로 시행하였고, 반복적인 최적화에도 선량체적히스토그램이 치료 목표와 많은 차이가 나는 경우에는 방사선치료계획의 목표를 다소 수정하였다. 최적화과정

Table 1. Dose Prescriptions for PTV\* and Normal Tissues

| Structure                     | Volume (%) | Dose (cGy) | Priority |
|-------------------------------|------------|------------|----------|
| PTV-upper limit               | 0          | 5,750      | 50       |
|                               | 20         | 5,500      | 50       |
| PTV-lower limit               | 95         | 5,000      | 100      |
|                               | 100        | 4,750      | 70       |
| Bladder-upper limit           | 0          | 5,000      | 50       |
|                               | 30         | 4,500      | 50       |
|                               | 60         | 3,500      | 60       |
| Rectum-upper limit            | 0          | 5,000      | 50       |
|                               | 10         | 4,500      | 50       |
|                               | 30         | 3,900      | 50       |
|                               | 50         | 3,300      | 50       |
| Femur-upper limit             | 30         | 4,000      | 50       |
|                               | 0          | 5,000      | 50       |
| Peritoneal cavity-upper limit | 10         | 4,200      | 60       |
|                               | 20         | 4,000      | 60       |
|                               | 40         | 3,000      | 50       |
|                               | 35         | 3,500      | 50       |

\*planning target volume

을 반복하여도 더 이상 향상되지 않을 때에 강도변조방사선치료의 계획으로 채택하였다. 강도변조방사선치료 계획의 방사선 강도 지도(radiation intensity map)를 동적 이동창순서(dynamic sliding window) 방식으로 변환하여, 다엽 콜리메이트(multileaf collimator)의 순서를 구하였다.

치료 자세의 검증을 위하여, 방사선치료 계획의 회전 중심에서 전후 및 측면의 디지털화재구성사진(digitally recon-

structed radiograph)을 구한 다음, 모의치료실에서 전후 및 측면 영상을 촬영하였다. 방사선치료 전에 전후 및 측면의 검증영상을 촬영하여 준비 오차를 교정하였다. 검증촬영은 치료 첫 주에는 매일하였고, 이후로는 매주 2회 시행하였다.

치료와 관련된 부작용을 평가 및 처치하기 위하여, 방사선치료 중에는 매주, 방사선치료 종료부터는 첫 1개월 후와 이후로는 3개월 간격으로 정기적인 진찰을 하였고, 증상이 있는 경우에는 수시로 진찰을 하였다. 방사선치료 종료 후 60일까지의 부작용을 급성부작용으로 정의하였고, 공통독성기준(common toxicity criteria)에 따라서 평가하였다. 위장관 부작용은 문진으로 확인하였고, 혈액학적인 부작용은 방사선치료 전의 검사치를 기준값으로 하여 매주 온혈구계산으로 조사하였다. 방사선치료 전에 검사한 혈액 검사에서 이상이 있었던 경우는 혈액학적 부작용의 평가에서 제외하였으나, 대상 환자들에서는 방사선치료 전에 시행한 혈액검사에 이상은 없었다.

결 과

추적조사 기간이 3~20개월로, 모든 환자들에서 급성 부작용의 조사 기간 이상 추적조사가 이루어졌다. 환자의 연령은 33~83세로 중앙값이 53세였다. 병기는 I, II 기가 각각 8명, 6명으로 대부분(82.4%)을 차지하였고, 조직학적으로는 편평세포암종이 13명, 샘암종이 3명, 소세포암종이 1명이었다. 전골반 강도변조방사선치료를 11명에서는 주 치료로, 5명에서는 수술 후 보조요법으로, 1명은 수술 후에 질 재발에 대한 주 치료로 시행하였다. 10명에서는 방사선치료와 화학요법을 동시에 시행하였다(Table 2).

전후좌우 방향의 통상적인 방사선치료 계획에 비하여 강도변조방사선치료 계획에서는 PTV에 대한 방사선량 분

Table 2. Patients' Characteristics (n=17)

| Characteristic          | Number |
|-------------------------|--------|
| Age (year)              |        |
| Range                   | 33~83  |
| Median                  | 53     |
| Stage                   |        |
| IB                      | 8      |
| IIA                     | 3      |
| IIB                     | 3      |
| IIIB                    | 1      |
| IVA                     | 1      |
| Vaginal recurrence      | 1      |
| Histology               |        |
| Squamous cell carcinoma | 13     |
| Adenocarcinoma          | 3      |
| Small cell carcinoma    | 1      |
| Radiotherapy            |        |
| Primary                 | 11     |
| Postoperative           | 6      |
| CCRT*                   |        |
| Yes                     | 10     |
| No                      | 7      |

\*concurrent chemoradiotherapy

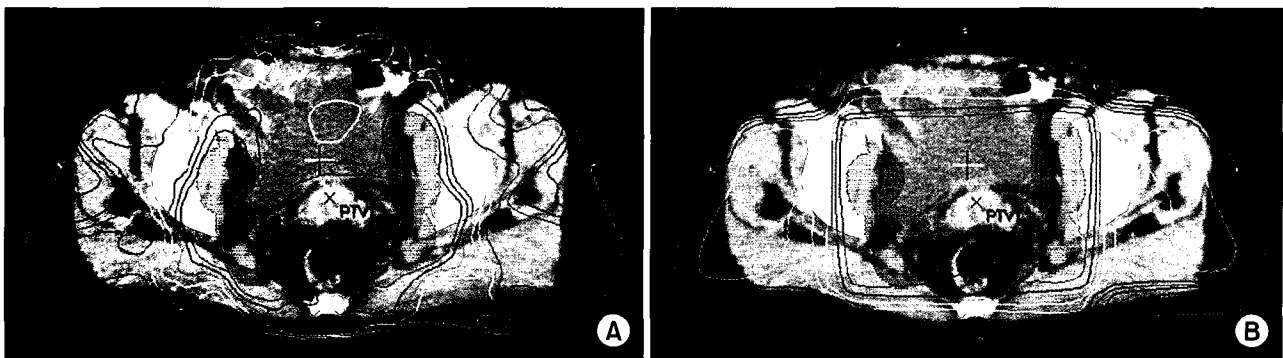


Fig. 1. Isodose lines from an IMRT plan (A) and conventional box field radiotherapy plan (B) for postoperative radiotherapy in a cervix cancer patient. The red line represents 100% isodose, and the consecutive outer lines from it show the 10% less isodose levels than the immediate inner lines. The cyan and blue colored structures are the central and nodal PTVs, respectively.

Table 3. Acute Hematologic Toxicities

|                  | Total     | Grade (%) |          |          |
|------------------|-----------|-----------|----------|----------|
|                  |           | 1         | 2        | 3        |
| Leukopenia       |           |           |          |          |
| Total (n=17)     | 15 (88.2) | 4 (23.5)  | 9 (52.9) | 2 (11.8) |
| RT alone (n=7)   | 5 (71.4)  | 2 (28.6)  | 3 (42.9) | 0        |
| CCRT* (n=10)     | 10 (100)  | 2 (20)    | 6 (60)   | 2 (20)   |
| Anemia           |           |           |          |          |
| Total (n=17)     | 7 (41.2)  | 5 (29.4)  | 2 (11.8) | 0        |
| RT alone (n=7)   | 1 (14.3)  | 1 (14.3)  | 0        | 0        |
| CCRT (n=10)      | 6 (60)    | 4 (40)    | 2 (20)   | 0        |
| Thrombocytopenia |           |           |          |          |
| Total (n=17)     | 2 (11.8)  | 2 (11.8)  | 0        | 0        |
| RT alone (n=7)   | 0         | 0         | 0        | 0        |
| CCRT (n=10)      | 2 (20)    | 2 (20)    | 0        | 0        |

\*concurrent chemoradiotherapy

Table 4. Acute Gastrointestinal Toxicities

|                | Total     | Grade (%) |         |
|----------------|-----------|-----------|---------|
|                |           | 1         | 2       |
| Nausea         |           |           |         |
| Total (n=17)   | 10 (58.9) | 10 (58.9) | 0       |
| RT alone (n=7) | 2 (28.6)  | 2 (28.6)  | 0       |
| CCRT* (n= 10)  | 8 (80)    | 8 (80)    | 0       |
| Diarrhea       |           |           |         |
| Total (n=17)   | 12 (70.6) | 11 (64.7) | 1 (5.9) |
| RT alone (n=7) | 4 (57.1)  | 4 (57.1)  | 0       |
| CCRT (n=10)    | 8 (80)    | 7 (70)    | 1 (10)  |

\*concurrent chemoradiotherapy

포의 일치도가 향상되었고, 방광, 직장, 소장, 결장 등의 정상조직들에서 고선량의 방사선이 조사되는 용적이 감소됨을 관찰할 수 있었다(Fig. 1).

가장 흔한 급성부작용은 백혈구감소증(88.2%)으로, 1도, 2도, 3도의 백혈구감소증이 각각 4 (23.5%), 9 (52.9%), 2 (11.8%)명에서 발생되었다. 3도의 백혈구감소증은 방사선 치료에 화학요법을 동시에 병용한 환자들에서 발생되었고, 이 환자들에서는 방사선치료가 약 10일과 3일 동안 지연되었다. 빈혈은 7명(41.2%)에서 2도 이하로 발생되었는데, 방사선치료 단독에 비하여 화학요법을 병용한 경우에 많이 발생되었다. 1도의 혈소판감소증이 화학요법을 병용한 2명의 환자들에서 발생되었고, 2도 이상의 혈소판감소증은 발생되지 않았다(Table 3). 급성 혈액학적 부작용들은 모두 회복되었다.

위장관 급성부작용으로 1도 오심(nausea)이 10명(58.9%)에서 발생되었으나, 2도 이상의 오심은 없었다. 설사는 1도가 11명, 2도가 1명에서 발생되었다. 2도의 설사는 방사선치료에 화학요법을 병용한 환자에서 발생되었다. 위장관부작용은 방사선치료 단독보다는 화학요법을 병용할 때에 발생 빈도가 높았고, 3도 이상의 심각한 위장관 부작용은 발생되지 않았다(Table 4).

## 고안 및 결론

자궁경부암에 대한 전골반 방사선치료 시 급성부작용 중에서는 혈액학적 부작용과 위장관 부작용이 가장 흔히 발생되어서, 방사선치료에 대한 환자의 내성을 감소시키고, 심한 경우에는 방사선치료가 지연되거나 중단되기도 한다. 1999년경에 발표된 고위험 자궁경부암 환자들에 대한 전향적 연구들<sup>6-9)</sup>에서 방사선치료에 화학요법을 병용함으로써 생존율이 향상되었다고 보고된 후로, 화학요법의 사용이 증가되고 있다. 그러나 방사선치료에 화학요법을 병용한 경우에는 급성부작용의 발생이 증가되었다. 1, 2, 3, 4도의 혈액학적 부작용이 방사선치료 단독의 경우에는 각각 9.7~42.9%, 8.6~14.3%, 0.9~1.6%, 0%였으나, 화학요법을 병용한 후에는 각각 4.2~23.6%, 14.8~40.4%, 2.4~32.8%, 0.6~2.3%로 증가되었다. 환자의 수는 적지만, 본 연구에서도 화학요법을 추가한 환자들에서 급성 혈액학적 부작용의 증가가 관찰되었다. 다른 연구들의 결과에 비해 2도의 백혈구감소증이 다소 증가되었지만, 치료의 지연이나 중단을 유발할 수 있는 3도 이상의 백혈구감소증은 감

Table 5. Results of Acute Hematologic and Gastrointestinal Effects of Radiotherapy for Cervix Cancer

|  | Grade (%)          |      |      |     | Grade (%)               |      |     |     |
|--|--------------------|------|------|-----|-------------------------|------|-----|-----|
|  | 1                  | 2    | 3    | 4   | 1                       | 2    | 3   | 4   |
| Keys et al. <sup>6)</sup>                      | <i>Hematologic</i> |      |      |     | <i>Gastrointestinal</i> |      |     |     |
| RT + cisplatin + hysterectomy (n=183)          | 19.7               | 36.1 | 18.0 | 3.3 | 31.1                    | 26.8 | 9.3 | 4.9 |
| RT + hysterectomy (n=186)                      | 9.7                | 8.6  | 1.6  | 0   | 19.4                    | 14.5 | 2.2 | 2.7 |
| Peters et al. <sup>7)</sup> (postoperative RT) | <i>Leukopenia</i>  |      |      |     | <i>Diarrhea</i>         |      |     |     |
| RT + cisplatin, 5-FU (n=122)                   | 13.9               | 38.5 | 32.8 | 2.5 | 18.0                    | 27.9 | 6.6 | 3.3 |
| RT (n=112)                                     | 42.9               | 14.3 | 0.9  | 0   | 36.6                    | 11.6 | 5.4 | 0.9 |
| Whitney et al. <sup>8)</sup>                   | <i>Leukopenia</i>  |      |      |     | <i>Gastrointestinal</i> |      |     |     |
| RT + cisplatin, 5-FU (n=169)                   | 23.1               | 18.3 | 2.4  | 1.2 | 22.5                    | 38.5 | 5.3 | 2.4 |
| RT + hydroxyurea (n=188)                       | 18.1               | 40.4 | 21.8 | 2.7 | 18.6                    | 36.2 | 3.2 | 1.1 |
| Rose et al. <sup>9)</sup>                      | <i>Leukopenia</i>  |      |      |     | <i>Gastrointestinal</i> |      |     |     |
| RT + cisplatin (n=176)                         | 9.7                | 14.8 | 11.9 | 1.1 | 18.2                    | 15.9 | 4.5 | 2.3 |
| RT + cisplatin, 5-FU, hydroxyurea (n=173)      | 5.2                | 21.4 | 26.7 | 2.9 | 13.9                    | 17.9 | 5.2 | 5.2 |
| RT + hydroxyurea (n=177)                       | 4.5                | 29.9 | 11.3 | 0.6 | 16.4                    | 12.4 | 5.6 | 2.3 |
| This study                                     | <i>Leukopenia</i>  |      |      |     | <i>Diarrhea</i>         |      |     |     |
| IMRT (n=17)                                    | 23.5               | 52.9 | 11.8 | 0   | 64.7                    | 5.9  | 0   | 0   |

소되었다(Table 5).

Brixey 등<sup>17)</sup>은 부인암 환자들에 대한 전골반 강도변조 방사선치료와 일반적인 방사선치료 후의 급성 혈액학적 부작용을 비교한 연구에서, 전체 환자군에서 2도 이상의 부작용의 발생은 치료법에 따른 차이가 없었지만, 화학요법을 병용한 환자군에서는 2도 이상의 백혈구 독성이 강도변조 방사선치료로 감소되었다고 보고하였다.

Lujan 등<sup>15)</sup>은 부인암 환자들에 대한 전골반 강도변조 방사선치료 계획에서 골수를 제한 요소로 추가함으로써 일반적인 전골반 방사선치료나 강도변조 방사선치료에 비하여 처방선량의 40% 이상 조사되는 골수의 용적을 유의하게 감소시킬 수 있었으므로, 이러한 골수 보존 강도변조 방사선치료를 이용하면 혈액학적 부작용의 발생을 감소시킬 수 있다고 보고하였다. Roeske 등<sup>16)</sup>은 부인암에 대한 전골반 방사선치료 시에 단일광자방출단층촬영술(single photon emission computed tomography) 골수 영상을 적용함으로써, 처방선량이 45 Gy인 경우에 일반적인 방사선치료에 비하여 골수에 30 Gy 이상 조사되는 방사선량을 50%까지 감소시켰다고 보고하였다. 따라서 향후 전골반 강도변조 방사선치료에 골수에 대한 제한을 추가함으로써 혈액학적 부작용을 더욱 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

위장관 부작용의 발생 빈도가 방사선치료 단독 연구에서는 1, 2, 3, 4도가 각각 19.4~36.6%, 11.6~14.5%, 2.2~5.4%, 0.9~2.7%였으나, 화학요법을 병행한 경우에는 1.3

9~31.1%, 12.4~38.5%, 3.2~9.3%, 1.1~5.2%로 증가되었다(Table 5). 본 연구에서는 3도 이상의 위장관 부작용은 관찰되지 않았고, 다른 연구들에 비해 1도 부작용은 64.7%로 다소 높았으나, 2도 부작용은 5.9%로 낮았다. 그러므로 본 연구에서는 자궁경부암 환자들에게 전골반 방사선치료법으로 강도변조 방사선치료를 이용함으로써 경미한 1도의 위장관 부작용은 다소 증가되었으나, 2도 이상의 위장관 부작용을 감소시켜서 방사선치료에 대한 환자의 순응도와 삶의 질을 향상시킬 수 있었다(Table 5). Mundt 등<sup>18)</sup>도 부인암 환자들에서 전골반에 대한 강도변조 방사선치료와 통상적인 방사선치료의 급성부작용을 비교한 연구에서, 강도변조 방사선치료를 받은 환자들에서 2도의 위장관 부작용이 유의하게 감소되었고, 3도 이상의 위장관 부작용은 발생되지 않았다고 보고하였다.

결론적으로 자궁경부암에 대한 전골반 강도변조 방사선치료는 기존의 방사선치료에 비하여 중등도 이상의 급성 부작용의 발생을 감소시켜서, 치료에 대한 환자의 내성을 증진시키고 치료 중 환자의 삶의 질도 향상시킬 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Yeoh E, Horowitz M, Russo A, et al. A retrospective study of the effects of pelvic irradiation for carcinoma of the cervix on gastrointestinal function. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1993;

- 26:229-237
2. **Snijders-Keilholz A, Griffioen G, Davelaar J, Trimbos JB, Leer JW.** Vitamin B12 malabsorption after irradiation for gynaecological tumours. *Anticancer Res* 1993;13:1877-1881
  3. **Beer WH, Fan A, Halsted CH.** Clinical and nutritional implications of radiation enteritis. *Am J Clin Nutr* 1985;41:85-91
  4. **Ellis RE.** The distribution of active bone marrow in the adult. *Phys Med Biol* 1961;5:255-258
  5. **Mauch P, Constine L, Greenberger J, et al.** Hematopoietic stem cell compartment: acute and late effects of radiation therapy and chemotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995; 31:1319-1339
  6. **Keys HM, Bundy BN, Stehman FB, et al.** Cisplatin, radiation, and adjuvant hysterectomy compared with radiation and adjuvant hysterectomy for bulky stage IB cervical carcinoma. *N Engl J Med* 1999;340:1154-1161
  7. **Peters WA III, Liu PY, Barrett RJ II, et al.** Concurrent chemotherapy and pelvic radiation therapy compared with pelvic radiation therapy alone as adjuvant therapy after radical surgery in high-risk early-stage cancer of the cervix. *J Clin Oncol* 2000;18:1606-1613
  8. **Whitney CW, Sause W, Bundy BN, et al.** Randomized comparison of fluorouracil plus cisplatin versus hydroxyurea as an adjunct to radiation therapy in stage IIB-IVA carcinoma of the cervix with negative para-aortic lymph nodes: a Gynecologic Oncology Group and Southwest Oncology Group study. *J Clin Oncol* 1999;17:1339-1348
  9. **Rose PG, Bundy BN, Watkins EB, et al.** Concurrent cisplatin-based radiotherapy and chemotherapy for locally advanced cervical cancer. *N Engl J Med* 1999;340:1144-1153
  10. **Roeske JC, Lujan A, Rotmensch J, Waggoner SE, Yamada D, Mundt AJ.** Intensity-modulated whole pelvic radiation therapy in patients with gynecologic malignancies. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;48:1613-1621
  11. **Portelance L, Chao KS, Grigsby PW, Bennet H, Low D.** Intensity-modulated radiation therapy (IMRT) reduces small bowel, rectum, and bladder doses in patients with cervical cancer receiving pelvic and para-aortic irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001;51:261-266
  12. **Heron DE, Gerszten K, Selvaraj RN, et al.** Conventional 3D conformal versus intensity-modulated radiotherapy for the adjuvant treatment of gynecologic malignancies: a comparative dosimetric study of dose-volume histograms small star, filled. *Gynecol Oncol* 2003;91:39-45
  13. **van de Bunt L, van der Heide UA, Ketelaars M, de Kort GA, Jurgenliemk-Schulz IM.** Conventional, conformal, and intensity-modulated radiation therapy treatment planning of external beam radiotherapy for cervical cancer: the impact of tumor regression. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006;64:189-196
  14. **Georg P, Georg D, Hillbrand M, Kirisits C, Potter R.** Factors influencing bowel sparing in intensity modulated whole pelvic radiotherapy for gynaecological malignancies. *Radiother Oncol* 2006;80:19-26
  15. **Lujan AE, Mundt AJ, Yamada SD, Rotmensch J, Roeske JC.** Intensity-modulated radiotherapy as a means of reducing dose to bone marrow in gynecologic patients receiving whole pelvic radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003; 57:516-521
  16. **Roeske JC, Lujan A, Reba RC, et al.** Incorporation of SPECT bone marrow imaging into intensity modulated whole-pelvic radiation therapy treatment planning for gynecologic malignancies. *Radiother Oncol* 2005;77:11-17
  17. **Brixey CJ, Roeske JC, Lujan AE, Yamada SD, Rotmensch J, Mundt AJ.** Impact of intensity-modulated radiotherapy on acute hematologic toxicity in women with gynecologic malignancies. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;54: 1388-1396
  18. **Mundt AJ, Lujan AE, Rotmensch J, et al.** Intensity-modulated whole pelvic radiotherapy in women with gynecologic malignancies. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;52:1330-1337

---

**Abstract**

---

## **Intensity Modulated Whole Pelvic Radiotherapy in Patients with Cervix Cancer: Analysis of Acute Toxicity**

Youngmin Choi, M.D.\*, Hyung Sik Lee, M.D.\*, Won Joo Hur, M.D.\*,  
Moon Seok Cha, M.D.<sup>†</sup> and Hyun Ho Kim, M.D.<sup>†</sup>

Departments of \*Radiation Oncology, <sup>†</sup>Obstetrics and Gynecology,  
School of Medicine, Dong-A University, Busan, Korea

**Purpose:** To evaluate acute toxicities in cervix cancer patients receiving intensity modulated whole pelvic radiation therapy (IM-WPRT).

**Materials and Methods:** Between August 2004 and April 2006, 17 patients who underwent IM-WPRT were analysed. An intravenous contrast agent was used for radiotherapy planning computed tomography (CT). The central clinical target volume (CTV) included the primary tumor, uterus, vagina, and parametrium. The nodal CTV was defined as the lymph nodes larger than 1 cm seen on CT and the contrasted-enhanced pelvic vessels. The planning target volume (PTV) was the 1-cm expanded volume around the central CTV, except for a 5-mm expansion from the posterior vagina, and the nodal PTV was defined as the nodal CTV plus a 1.5 cm margin. IM-WPRT was prescribed to deliver a dose of 50 Gy to more than 95% of the PTV. Acute toxicity was assessed with common toxicity criteria up to 60 days after radiotherapy.

**Results:** Grade 1 nausea developed in 10 (58.9%) patients, and grade 1 and 2 diarrhea developed in 11 (64.7%) and 1 (5.9%) patients, respectively. No grade 3 or higher gastrointestinal toxicity was seen. Leukopenia, anemia, and thrombocytopenia occurred in 15 (88.2%), 7 (41.2%), and 2 (11.8%) patients, respectively, as hematologic toxicities. Grade 3 leukopenia developed in 2 patients who were treated with concurrent chemo-radiotherapy.

**Conclusion:** IM-WPRT can be a useful treatment for cervix cancer patients with decreased severe acute toxicities and a resultant improved compliance to whole pelvic irradiation.

---

**Key Words:** Cervix cancer, Intensity modulated radiotherapy, Acute toxicity