

자궁경부암의 방사선치료 시 자궁의 크기와 위치 변화

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 치료방사선과

박 원 · 허승재 · 이정은

목적: 자궁경부암으로 진단 받고 근치적 방사선치료를 받은 환자에서 방사선 치료 전과 치료 중 자기공명영상을 비교함으로써 삼차원입체조형치료나 강도변조방사선치료의 효과에 영향을 미칠 수 있는 자궁의 크기 및 위치 변화를 알아보았다.

대상 및 방법: 1997부터 2000년까지 삼성서울병원에서 자궁경부암으로 근치적 방사선치료를 시행 받은 환자 중 방사선치료 전과 치료 중간에 자기공명영상 촬영을 시행한 47명의 환자를 대상으로 하였다. 방사선치료는 전골반조사와 강내조사가 시행되었는데 전골반조사는 골반 전체에 통상적 4문 조사법으로 매일 1.8 Gy씩, 주 5회 실시하여 총선량 50.4~55.8 Gy (30.6~45 Gy 이후에 골반중심부차폐) 조사하였고, 강내조사는 A 점에 4 Gy씩, 매주 2회 시행하여 총선량 24 Gy까지 시행하였다. 자기공명영상 촬영은 방사선치료 시작 전과 치료 시작 후 3~4주경 강내조사와 골반중심차폐를 하기 전에 실시되었다. 방사선치료 전과 치료 중 촬영된 자기공명영상의 T2 강조 시상면 영상과 축면 영상에서 자궁의 변화를 알기 위하여 자궁경관 크기, 자궁 크기, 자궁체부 크기, 자궁경관 굴곡각, 자궁체부 굴곡각, 과 자궁체부 회전각을 측정하였다.

결과: 자궁경관 크기는 치료 전에 평균 36.7 mm에서 치료 후 27.8 mm로 감소하였고, 자궁체부 크기는 평균 2.5 mm 감소하였으며, 자궁크기 차이는 평균 6.4 mm였다. 자궁경부에서 자궁저부까지의 거리 차이는 평균 15.2 mm였으며, 이 중 6예에선 30 mm 이상 크기가 줄었는데 이 경우에 종양의 크기가 모두 4 cm 이상이었다. 자궁경관 굴곡각은 평균 13.2°, 자궁체부 굴곡각은 평균 16.9°, 자궁체부 회전각은 평균 13.1° 차이가 있었다. 회전이나 굴곡 중 어느 하나라도 30° 이상 변화된 경우가 전체 환자 중 9예(19.1%)가 있었다. 연령과 자궁경관 굴곡각의 차이는 통계적으로 유의한 연관이 있었고, 종양 크기에 따라 자궁경관 크기, 자궁 크기, 자궁체부 크기와 자궁경관 굴곡각은 모두 유의한 변화가 있었다. 그리고, 종양 크기가 4 cm 이상인 경우에 자궁경관의 크기, 자궁 크기와 자궁체부의 크기 변화가 모두 통계적으로 의미있는 차이를 보였다. 또한, 자궁경부로부터 자궁저부까지 거리 차이는 종양 크기가 4 cm 미만인 경우는 5.3 mm였으나 4 cm 이상일 때는 19.4 mm로 현저한 변화를 보였다. 자궁경관 굴곡각은 60세 미만인 경우 60세 이상보다 8° 정도 더 변화가 있었고, 종양 크기가 4 cm 이상일 때 미만일 때보다 2배 이상 굴곡 변화가 있었다.

결론: 자궁경부암 환자에서 근치적 방사선치료 시 치료에 따른 자궁 크기 및 위치 변화가 다양하고 개별적으로 예측하기 쉽지 않으므로, 특히, 60세 미만이거나 종양 크기가 4 cm 이상인 경우, 삼차원입체조형치료나 강도변조방사선치료를 이용한 근치적 방사선치료 시 치료 중 개별환자의 계획용표적체적의 변화를 반드시 고려해야 한다고 생각한다.

핵심용어: 자궁경부암, 강도변조방사선치료, 자궁변화

서 론

이 논문은 2003년 1월 27일 접수하여 2003년 4월 4일 채택되었음.

책임저자: 허승재, 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 치료방사선과
Tel: 02)3410-2601, Fax: 02)655-2076
E-mail: sjhuh@smc.samsung.co.kr

최근에 부인과 종양 방사선 치료 시 삼차원입체조형치료(3-dimensional radiotherapy, 3DCRT)나 강도변조방사선치료(intensity modulated radiotherapy, IMRT)를 적용하여 정상조직의 방사선량을 낮춰 합병증을 줄이기 위한 시도가 이

루어지고 있는데, 일부 연구에서 자궁경부암과 자궁내막암에서 통상적 방사선치료와 비교하여 IMRT시 계획용표적체적에 더 좋은 선량분포를 보이며, 골반 내 정상조직에는 방사선량을 줄여 부작용을 줄일 수 있음을 보고하였다.^{1~3)}

3DCRT나 IMRT를 실제 환자치료에 적용할 때 골반 내 기관의 움직임은 중요한 문제이다. 3DCRT나 IMRT는 계획용표적체적을 최적의 선량분포로 포함하고, 정상조직을 최대한 보호하기 위하여 계획용표적체적의 변연에서 급격한 선량 감소가 나타나기 때문에 치료 중에 발생하는 기관의 위치 변화로 표적용적에 계획된 선량이 조사되지 않아 국소재발이 떨어지거나 주위 정상조직에 과조사되어 예기치 않은 부작용이 발생할 수 있다. 특히, 자궁경부암 환자에서 근치적 방사선치료 중 종양의 감소로 인한 자궁의 위치 변화 때문에 3DCRT나 IMRT의 계획용표적체적을 치료 중 다시 한번 확인해야만 최대한의 종양제어와 최소한의 정상조직 손상이라는 목적을 이룰 수 있을 것이다.

3DCRT가 임상에 적용되면서 골반 내 기관 움직임에 관한 연구가 활발해졌는데, 주로 전립선암에서 직장과 방광의 부피 변화 및 치료에 따른 전립선의 위치 변화에 대한 연구가 이루어졌다.^{4~7)} 그러나 자궁경부암은 지금까지 골반 전체를 조사영역으로 하는 통상적 방사선치료가 시행되었기에 자궁경부암에서 골반 내 기관의 위치 변화에 관한 연구는 아직까지 매우 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 자궁경부암으로 진단 받고 근치적 방사선 치료를 받은 환자에서 방사선 치료 전과 치료 중 촬영한 자기공명영상을 비교함으로써 3DCRT나 IMRT의 효과에 영향을 미칠 수 있는 자궁의 크기 및 위치 변화를 알아보았다.

대상 및 방법

1997부터 2000년까지 삼성서울병원에서 자궁경부암으로 근치적 방사선치료를 시행 받은 환자 중 방사선치료 전과 치료 중간에 자기공명영상 촬영을 시행한 47명의 환자를 대상으로 하였다. 방사선치료는 전골반조사와 강내조사가 시행되었는데 전골반조사는 골반 전체에 통상적 4문 조사법으로 매일 1.8 Gy씩, 주5회 실시하여 총선량 50.4~55.8 Gy (30.6~45 Gy 이후에 골반중심부차폐) 조사하였고, 강내조사는 A 점에 4 Gy씩, 매주 2회 시행하여 총선량 24 Gy까지 조사하였다. 자기공명영상 촬영은 방사선치료 시작 전과 치료 시작 후 3~4주경 강내조사와 골반중심차폐를 하기 전에 실시되었다.

대상환자들의 연령 분포는 29~81세(중간값: 63세)였으

며, 대부분의 종양은 편평상피세포암이었고, 병기별로는 FIGO 병기 1기, 2기, 3기, 4기가 각각 8예, 22예, 16예 1예 있었다. 종양의 크기는 0.9 cm에서부터 11.0 cm (중간값: 4.5 cm)로 다양하였고 4 cm 이상인 경우가 전체의 61.7%를 차지하였다. 자궁진굴이 30예로 많았으며, 자궁의 기울어진 방향은 오른쪽과 왼쪽이 비슷하였다(Table 1).

방사선치료 전과 치료 중 촬영된 자기공명영상의 T2 강조 시상면 영상과 측면 영상에서 자궁경관과 자궁체부의 크기와 위치 변화를 측정하였다. 자궁경관 크기(Dcx)는 바깥자궁구멍(external uterine opening)으로부터 협부(isthmus of uterus)까지의 거리이며, 자궁 크기는 협부부터 자궁저부까지의 최장 거리(Dco)와 이에 수직하는 자궁체부의 가장 긴 거리(Dco-per)를 측정하였다. 자궁경부와 자궁체부의 굴곡 정도는 시상면 영상에서 수직한 선과 자궁경관이 이루는 자궁경관 굴곡각(Acx)과 자궁체부가 이루는 자궁체부 굴곡각(Aco-ap)을 측정하였고, 자궁체부 회전각(Aco-axi)은 치료 전과 치료 중 자기공명영상 측면 영상에서 동일한 면의 중심부터 자궁저부 중심까지의 각을 측정하였다(Fig. 1).

통계적 방법이 필요한 경우 방사선치료 전과 치료 중 자궁 크기 및 위치 변화 비교는 Wilcoxon signed rank test, 연령과 종양 크기에 따른 측정시간의 연관성은 Spearman's correlation, 그리고 연령, 종양 크기 및 병기에 따른 각 군

Table 1. Clinocopathologic Characteristics of Patients

| Characteristics | Number of patients (%) |
|-------------------------|------------------------|
| Age (years) | |
| < 60 | 19 (40.4) |
| 60 ≤ | 28 (59.6) |
| Pathology | |
| Squamous cell carcinoma | 43 (91.5) |
| Adenocarcinoma | 4 (8.5) |
| FIGO stage | |
| IB | 8 (17.0) |
| IIA | 4 (8.5) |
| IIB | 18 (38.3) |
| IIIB | 16 (34.0) |
| IVA | 1 (2.1) |
| Tumor size | |
| < 4 cm | 14 (29.8) |
| 4 cm ≤ | 33 (70.2) |
| Uterus flexion | |
| Anteflexion | 30 (63.8) |
| Retroflexion | 17 (36.2) |
| Uterus deviation | |
| Right-sided | 22 (46.8) |
| Left-sided | 23 (48.9) |
| Midline | 2 (4.3) |

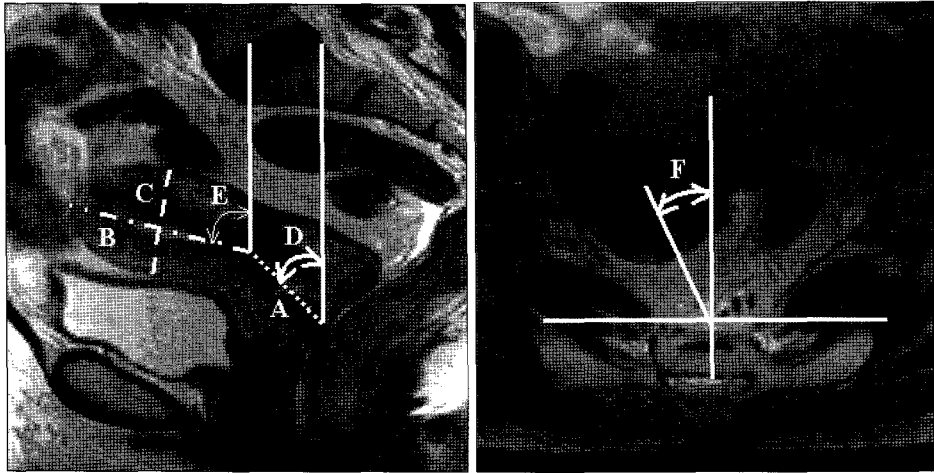


Fig. 1. Sagittal and axial images on T2 weighted MRI showing the measurable parameters of the uterine corpus and cervix. (A) Dcx: the distance of the cervical canal. (B) Dco: the maximum length of the uterus corpus. (C) Dco-per: the maximum vertical distance of the uterine body. (D) Acx: the angle between the vertical line and the cervical canal. (E) Aco-ap: the angle of the uterine corpus from the vertical line. (F) Aco-axi: the angle of the uterine corpus from a fixed anatomical landmark.

Table 2. Measurement of the Diameter and Angle of Uterine Corpus and Cervix between before and during Radiotherapy (Mean, Minimum and Maximum Values in mm and °, Statistical Significance p value < 0.05)

| | Before RT | | | During RT | | | Difference | | | p-value |
|----------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|------------|------|-------|---------|
| | Mean | Max | Min | Mean | Max | Min | Mean | Max | Min | |
| Dcx* | 36.7 | 75.3 | 17.7 | 27.8 | 39.3 | 13.9 | 8.9 | 44.6 | 0.1 | < 0.001 |
| Dco† | 48.7 | 95.0 | 24.5 | 42.3 | 86.6 | 20.6 | 6.4 | 31.8 | -19.4 | < 0.001 |
| Dco-per‡ | 43.4 | 109.0 | 18.8 | 40.9 | 100.9 | 21.4 | 2.5 | 28.8 | -10.5 | 0.053 |
| Acx§ | | | | | | | 13.2 | 67.8 | 0.1 | < 0.001 |
| Aco-ap | | | | | | | 16.9 | 84.8 | 0.0 | < 0.001 |
| Aco-axi¶ | | | | | | | 13.1 | 97.5 | 0.0 | < 0.001 |

*Dcx: the distance of the cervical canal, †Dco: the maximum length of the uterus corpus, ‡Dco-per: the maximum vertical distance of the uterine body, §Acx: the angle between the vertical line and the cervical canal, ||Aco-ap: the angle of the uterine corpus from the vertical line, ¶Aco-axi: the angle of the uterine corpus from a fixed anatomical landmark

간 차이 분석은 Mann-Whitney test와 Kruskal-Wallis test를 이용하였으며, 유의수준 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 차이가 있다고 분석하였다.

결 과

방사선치료 전과 치료 중 촬영한 자기공명영상에서 자궁경부와 자궁체부의 크기 및 위치 변화를 측정하였다 (Table 2). 자궁경관 크기(Dcx)는 치료 전에 평균 36.7 mm에서 치료 후 27.8 mm로 감소하였으며 최고 44.6 mm까지

변화가 있었다. 19예(40.0%)는 10 mm 이상 감소되었는데, 이중 4예(8.5%)는 20 mm 이상 차이가 있었다. 자궁체부 크기(Dco-per)는 치료 중 평균적으로 2.5 mm 감소하였으나, 18예는 오히려 더 커졌으며, 10 mm 이상 자궁의 크기가 변한 경우는 11예(23.4%)가 있었다. 자궁크기(Dco) 차이는 평균 6.4 mm였고, 14예(29.8%)는 자궁의 크기가 10 mm 이상 차이가 있었으며, 이 중 5예(10.6%)에서 20 mm 이상 감소하였다. 자궁경부에서 자궁저부까지의 거리(Dcx + Dco) 차이는 평균 15.2 mm였으며, 이 중 28예(59.6%)에서 10 mm 이상 감소하였고, 6예(12.8%)에선 30 mm 이상 크기가

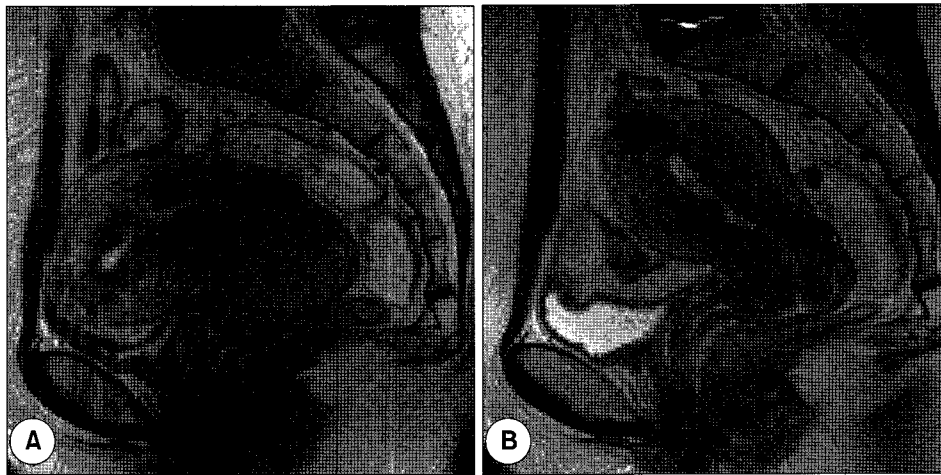


Fig. 2. Interfractional variation of uterine corpus and cervix in 39 years old patient with FIGO stage IIB. (A) before the beginning of radiation treatment. (B) after 3060cGy of whole pelvis irradiation.

Table 3. Difference of the Diameter of the Uterine Corpus and Cervix between before and during Radiotherapy according to Age, Tumor Size and Stage Groups (Mean Values in mm, Statistical Significance p -value<0.05)

| | Number of patients | Dcx* | | Dco [†] | | Dco-per [‡] | |
|-------------|--------------------|------|------------|------------------|------------|----------------------|-------|
| | | Mean | p -value | Mean | p -value | Mean | Mean |
| Age (years) | | | | | | | |
| < 60 | 19 | 9.7 | 0.172 | 0.288 | 7.8 | 1.7 | 0.558 |
| 60 ≤ | 28 | 8.3 | | 5.4 | | 3.1 | |
| Tumor size | | | | | | | |
| < 4 cm | 14 | 3.2 | <0.001 | 2.1 | 0.008 | -1.2 | 0.014 |
| 4 cm ≤ | 33 | 11.2 | | 8.2 | | 4.1 | |
| Stage | | | | | | | |
| IB | 8 | 4.1 | | 1.4 | | -2.6 | |
| IIA | 4 | 15.5 | 0.889 | 12.1 | 0.212 | 6.9 | 0.667 |
| IIB | 18 | 9.1 | | 4.1 | | 4.5 | |
| IIIB | 16 | 9.8 | | 2.7 | | 9.6 | |
| IVA | 1 | -0.8 | | 10.7 | | 12.7 | |

Abbreviations as in Table 2

줄었는데 이 경우에 종양의 크기가 모두 4 cm 이상이었다. 자궁경관 굴곡각(Acx)은 0.1°부터 67.8° (평균 13.2°)까지 차이가 있었다. 10° 이상 변화된 경우가 20예(42.6%)였으며, 이중 5예(10.6%)는 30° 이상 차이가 있었다. 자궁체부 굴곡각(Aco-ap)은 최고 84.8° (평균 16.9°) 변화가 있었다. 전굴된 30예 중 3예(10%)는 치료 중 후굴 되었고, 29예(61.7%)는 10° 이상 변화가 있었으며 30° 이상 변한 경우도 6예(12.8%)가 있었다(Fig. 2). 자궁체부 회전각(Aco-axi)은 최고 97.5° (평균 13.1°)까지 변했는데, 15예(32.0%)에서 10° 이상,

3예(6.4%)는 30° 이상 변화가 있었다. 그리고, 회전이나 굴곡 중 어느 하나라도 30° 이상 변화된 경우가 전체 환자 중 9예(19.1%)가 있었다.

연령 및 종양 크기와 각 측정치 차이의 연관성을 살펴보았다. 자궁경관 굴곡각(Acx) 변화만 연령과 통계적으로 유의한 연관이 있었고 종양 크기에 따라 자궁경관의 크기(Dcx), 자궁의 크기(Dco), 자궁체부의 크기(Dco-per)와 자궁경관 굴곡각(Acx)의 변화는 모두 유의한 연관이 있었다. 그리고 자궁경부에서 자궁저부까지의 거리(Dcx+

Table 4. Difference of the Angle of the Uterine Corpus and Cervix between before and during Radiotherapy according to Age, Tumor Size and Stage Groups (Mean Values in °, Statistical Significance *p*-value < 0.05)

| | Number of Patients | Acx [§] | | Aco-ap | | Aco-axi | |
|-------------|--------------------|------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | | Mean | <i>p</i> -value | Mean | <i>p</i> -value | Mean | <i>p</i> -value |
| Age (years) | | | | | | | |
| < 60 | 19 | 17.9 | 0.023 | 21.7 | 0.237 | 11.7 | 0.442 |
| 60 ≤ | 28 | 10.1 | | 13.6 | | 14.0 | |
| Tumor size | | | | | | | |
| < 4 cm | 14 | 6.9 | 0.019 | 11.9 | 0.264 | 11.6 | 0.361 |
| 4 cm ≤ | 33 | 15.9 | | 19.0 | | 13.8 | |
| Stage | | | | | | | |
| IB | 8 | 8.0 | | 11.9 | | 13.4 | |
| IIA | 4 | 11.4 | 0.889 | 16.0 | 0.444 | 13.4 | 0.785 |
| IIIB | 18 | 15.7 | | 19.0 | | 12.1 | |
| IIIB | 16 | 14.3 | | 14.3 | | 14.4 | |
| IVA | 1 | 6.0 | | 2.6 | | 4.4 | |

Abbreviations as in Table 2

Dco) 차이는 연령과 종양 크기에 따라 모두 유의있는 연관이 있었다.

연령군, 종양 크기군 그리고 병기군에 따른 자궁축정치의 변화를 분석하였다(Table 3, 4). 먼저, 연령군과 병기에 따른 자궁경관과 자궁 크기 변화는 유의있는 차이가 없었지만, 종양의 크기가 4 cm 이상인 경우에 자궁경관의 크기(Dcx), 자궁의 크기(Dco)와 자궁체부의 크기(Dco-per) 변화가 모두 통계적으로 의미있는 차이를 보였다. 또한, 자궁경부로부터 자궁저부까지 거리(Dcx + Dco) 차이는 종양의 크기가 4 cm 미만인 경우는 5.3 mm였으나 4 cm 이상일 때는 19.4 mm로 현저한 차이를 보였다. 자궁경관 굴곡각(Acx)의 변화를 보면 60세 미만이거나 종양의 크기가 4 cm 이상인 경우 의미 있는 차이가 보였는데, 60세 미만인 경우 60세 이상보다 8° 정도 더 변화가 있었고, 종양의 크기가 4 cm 이상일 때 미만일 때보다 2배 이상 굴곡 변화가 있었다. 자궁체부 굴곡각(Aco-ap)과 자궁체부 회전각(Aco-axi)은 연령군, 종양 크기군과 병기군에 따른 뚜렷한 변화는 없었다.

고안 및 결론

근치적 방사선 치료 시 임상표적체적에는 육안적종양과 잠재성 병소부위를 포괄하는데, 자궁경부암에서는 일반적으로 자궁경부, 질 상부, 자궁주위조직, 자궁, 그리고 골반 내 림프절을 포함한다.^{1~3,8,9} 자궁경부암의 근치적 방사선 치료는 전골반 내 외부조사과 강내조사를 병행하여 시행된다. 방사선 치료 시 소장, 직장 및 방광에 급만성 부작용

이 발생할 수 있는데, 부작용 정도에는 조사영역에 포함되는 정상조직의 부피와 총조사선량, 일회 조사선량, 외부 조사선량 등 다양한 요인 관여하는 것으로 알려져 있다.^{10~14} 방사선 치료 시 가장 흔한 부작용은 구토, 설사, 장염 등 소화기계통 증상이 주로 발생하며 드물지만 장폐쇄증, 장천공이 발생할 수도 있다. 비뇨기 계통의 부작용으로는 배뇨곤란, 혈뇨와 심한 경우 방광이나 요도에 천공이 생기기도 한다. 이런 부작용을 줄이기 위한 방법으로 다문조사가 시행된다. 일반적으로 전 골반 외부조사시 4문 조사법이나 2문 조사법이 시도되는데 4문 조사법이 2문 조사법에 비해 측면 조사면에서 소장과 직장의 일부를 방사선으로부터 차폐할 수 있어 정상조직에 대한 조사선량을 줄여주는 장점이 있다. 그리고, 조사면에 포함되는 정상조직을 줄이기 위하여 다양한 기구를 이용한 시도가 있다. Absorbable polyglycolic acid mesh sling나 tissue expander를 복강이나 골반 내에 삽입함으로써 전골반 내에 포함되는 소장의 부피를 줄여 부작용을 감소시킬 수 있었고,^{15,16} 수술적 방법 외에 belly board나 small bowel displacement device를 이용함으로써 부작용을 감소시킬 수 있다고 보고되었다.^{17,18}

영상기술 및 방사선치료계획방법이 발전함에 따라 종양이나 정상조직을 삼차원적으로 재구성하여 종양의 모양에 따른 최적의 선량분포를 얻고, 원하는 정상조직에 조사선량을 줄임으로써 종양에는 조사선량을 올리려는 시도가 이뤄지고 있다. 최근에 많은 종양에서 3DCRT가 보편화되고 있으며, IMRT도 뇌암, 두경부암 그리고 전립선암 등에서 활발하게 임상 적용되고 있다.^{19~22} 그리고 근래에 일

부 문헌에서 부인과 종양에 IMRT를 적용함으로써 긍정적인 결과가 보고되고 있다. Roeske 등²⁾은 임상표적체적에 단지 1 cm 여유를 둔 계획용표적체적만을 치료 대상으로 한 IMRT와 통상적 4문 조사법을 비교하였다. IMRT가 4문 조사법보다 계획용표적체적의 선량분포가 우월하였으며, IMRT시 처방선량 이상 조사되는 소장 부피가 반으로 줄었고 방광과 직장의 부피는 각각 23% 정도 감소하였다. Portelance 등³⁾은 자궁경부, 자궁, 골반 내 림프절외에 대동맥주위림프절을 치료범위로 하여 통상적 조사와 IMRT시 소장, 직장 및 방광의 선량분포를 비교하였다. 처방선량 이상 조사된 방광과 소장부피가 통상적 4문조사보다 IMRT시 50% 정도씩 줄었고, 직장 부피는 80% 이상 감소된다고 보고하였다. Mundt 등¹⁾은 실제 부인과종양 환자를 대상으로 통상적 조사와 IMRT로 각각 나누어 치료한 후 결과를 비교하였다. 치료 중 소화기 계통의 부작용으로 투약 이상의 처치가 필요한 경우가 IMRT와 전 골반조사시 각각 60%, 90% 있었고, 비뇨기 계통 부작용은 IMRT로 치료한 환자에서 단지 10%로 통상적 조사 시의 반에 불과하였다. 이처럼 부인과 종양에서 IMRT가 통상적 조사법에 비해 계획용표적체적의 선량분포가 우수하며 정상조직에는 조사선량을 줄일 수 있어 부작용이 감소함을 보고하고 있으나 IMRT 장점을 평가하기엔 아직까지 임상적 경험도 부족하고 추적관찰 기간도 짧다고 생각한다.

그리고 3DCRT나 IMRT는 계획용표적체적과 근접한 최적의 선량분포를 만들고, 정상조직을 최대한 보호하기 위하여 계획용표적체적의 변연에서 급격한 선량 감소가 나타나기 때문에 치료 중에 발생하는 기관의 움직임으로 예기치 않게 표적용적에 계획된 선량이 조사되지 않아 국소 재발률이 떨어지거나 주위 정상조직에 과조사되어 예기치 않은 부작용이 발생할 수 있다. 그렇기 때문에 이와 같은 치료 시 표적체적 및 주위 정상조직의 움직임을 예측할 수 있어야 하고, 예상되는 움직임을 고려하여 계획용 표적체적을 결정해야 한다. 특히, 골반 내 기관(자궁, 방광, 직장, 전립선 등)은 고정된 기관이 아니어서 골반 내 방사선 치료 시 이런 기관의 움직임을 고려하여 표적체적을 정하는 것이 적절하다고 생각된다. 비뇨생식계 종양인 경우 이미 오래 전부터 3DCRT가 적용되어 골반 내 기관 움직임에 관한 연구가 많이 되었으나 최근에 3DCRT나 IMRT가 시도되는 부인과 종양에선 골반 내 생리적인 기관 움직임과 방사선 치료에 의한 종양 감소로 인한 자궁의 위치변화에 관한 연구는 매우 부족하다. Gerstner 등²³⁾은 방광의 채워짐 정도에 따라 치료범위 내에 포함되는 방광과 소장의 부피

가 감소됨을 보고하였다. Buchali 등²⁴⁾은 부인과종양에서 방광과 직장의 채워짐 정도에 따른 자궁의 움직임을 연구하였는데, 방광과 직장을 모두 채웠을 때 비워진 상태보다 자궁체부의 움직임이 위와 뒤로 각각 7 mm, 4 mm였고, 자궁경부는 위로 4 mm 정도 이동하기 때문에 계획용표적체적을 결정할 때 이를 고려할 것을 권고하였다. 그러나, 자궁경부암의 근치적 방사선 치료 시 방광이나 직장의 생리적인 상태만을 가지고 자궁의 움직임을 판단하여 표적체적의 변화를 예측하기에는 미흡하다. 즉, 자궁경부암에서 방사선치료시 종양의 감소에 따라 치료 중 표적체적과 정상조직의 변화가 동반될 가능성이 간과되어 있기 때문이다. 그리고, ICRU 62 보고²⁵⁾에서 방광이나 장의 채워짐 정도에 의한 생리적 과정의 변동(random variations) 등과 더불어 종양의 감소에 의한 임상표적체적 크기 변동(systemic variations)을 치료 중 발생하는 변동(interfractional variations)으로 보고 계획용표적체적 결정 시 고려해야 할 요인으로 규정하고 있다. Kim 등²⁶⁾의 연구에서 보면 자궁경부암에서 표적체적에 부적합한 여유(1 cm 미만)를 두고 방사선조사시 골반 내 국소제어율이 FIGO 병기 1~2기에서 29~38% 정도 감소함을 보고하였다. 이처럼 방사선 치료 시 표적체적에 적절한 여유를 갖지 못하면 국소제어율을 감소시킬 수 있기 때문에 3DCRT나 IMRT시 치료 중 자궁의 위치와 표적체적의 변화를 예측하고 계획용표적체적을 결정하는 것은 종양의 국소제어율과 밀접히 관계됨을 알 수 있다.

본 연구에서는 방사선치료 기간 중에 발생하는 자궁경부와 자궁체부의 변화를 살펴보았다. 방사선치료 전과 치료 중에 자궁경부와 자궁체부는 적지 않은 변화를 보였는데, 자궁경부로부터 자궁저부까지의 거리는 평균 15.3 mm 줄었으며, 30 mm 이상 감소한 경우도 12.8% 있었고, 9예(19.1%)에서 자궁 굴곡각 또는 회전각의 변화가 30° 이상 있었다. 그리고, 자궁경관과 자궁체부의 변화는 종양 크기와 밀접한 관계가 있다. 방사선치료 중 종양이 4 cm 이상인 경우 4 cm 미만보다 자궁의 크기가 1 cm 이상 더 감소하였는데, 이는 방사선에 의한 반응이 같더라도 종양 크기가 클수록 감소된 종양 체적이 절대적으로 크기 때문으로 생각된다. 자궁경관 굴곡각은 종양 크기가 4 cm 이상이거나 60세 미만에서 변화 정도가 심하였는데, 종양 크기가 클수록 종양에 의한 기계적인 자궁의 위치 이동이나 주위 조직으로 침윤 정도가 심해 종양 부피의 감소에 따른 변화 정도가 크며, 연령이 낮을수록 60세 이상보다 상대적으로 주위 조직과 유착이나 자궁 위축 정도가 덜하여 치료 중 자궁경관 굴곡 변화가 크다고 생각한다.

3DCRT나 IMRT는 표적체적의 삼차원적 모양에 맞는 선량 분포를 찾고 정상조직에 조사선량을 줄임으로써 표적체적에 조사선량을 늘릴 수 있는 발전된 치료법임에는 분명하지만 기관 움직임이 크거나 치료 중 표적체적의 변화가 많이 있는 경우에는 이를 보완할 수 있는 치료계획을 세우는 것이 필요하다고 생각한다. 본 연구 결과로 자궁경부암 환자에서 근치적 방사선 치료 시 치료에 따른 자궁 크기 및 위치 변화가 다양하고 개별적으로 예측하기 쉽지 않으므로, 특히 60세 미만이거나 종양 크기가 4 cm 이상인 경우, 3DCRT나 IMRT를 이용한 근치적 방사선 치료 시 치료 중 개별환자의 계획용표적체적의 변화를 반드시 고려해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. **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
2. **Roeske JC, Lujan A, Rotmensch J, et al.** Intensity-modulated whole pelvic radiation therapy in patients with gynecologic malignancies. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000; 48:1613-1621
3. **Portelance L, Chao KS, Grigsby PW, et al.** 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
4. **Antolak JA, Rosen II, Childress CH, et al.** Prostate target volume variations during a course of radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998;42:661-672
5. **Rudat V, Schraube P, Oetzel D, et al.** Combined error of patient positioning variability and prostate motion uncertainty in 3D conformal radiotherapy of localized prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1996;35:1027-1034
6. **Crook JM, Raymond Y, Salhani D, et al.** Prostate motion during standard radiotherapy as assessed by fiducial markers. *Radiother Oncol* 1995;37:35-42.
7. **Roeske JC, Forman JD, Mesina CF, et al.** Evaluation of changes in the size and location of the prostate, seminal vesicles, bladder, and rectum during a course of external beam radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995; 33:1321-1329
8. **International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU).** Report Number 50: Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. Washington, DC: ICRU;1993
9. **Perez CA, Brady LW.** Uterine cervix. In: Povilat C, Becker A, eds. *Principles and Practice of Radiation Oncology*, 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Co, 1998:1733-1834
10. **Montana GS, Flower WC.** Carcinoma of the cervix: analysis of bladder and rectal radiation dose and complications. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1989;16:95-100
11. **Perez CA, Fox S, Lockett MA, et al.** Impact of dose in outcome of irradiation alone in carcinoma of the uterine cervix: analysis of two different methods. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1991;21:885-898
12. **Lanciano RM, Martz K, Montana GS, et al.** Influence of age, prior abdominal surgery, fraction size, and dose on complications after radiation therapy for squamous cell cancer of the uterine cervix. A patterns of care study. *Cancer* 1992;69:2124-2130
13. **Huh SJ, Kim BK, Lim DH, et al.** Treatment results of radical radiotherapy in uterine cervix cancer. *J Korean Soc Ther Radiol* 2002;20:237-245
14. **Leibel SA, Phillips TL.** Carcinoma of the uterine cervix. In: Leibel SA, Phillips TL, eds. *Textbook of radiation oncology*, 1st ed. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Co, 1998:799-841
15. **Hoffman JP, Lanciano R, Carp NZ, et al.** Morbidity after intraperitoneal insertion of saline-filled tissue expanders for small bowel exclusion from radiotherapy treatment fields: a prospective four year experience with 34 patients. *Ann Surg* 1994;60:473-482
16. **Rodier JF, Janser JC, Rodier D, et al.** Prevention of radiation enteritis by an absorbable polyglycolic acid mesh sling. A 60-case multicentric study. *Cancer* 1991;68:2545-2549
17. **Das IJ, Lanciano RM, Movsas B, et al.** Efficacy of a belly board device with CT-simulation in reducing small bowel volume within pelvic irradiation fields. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1997;39:67-76
18. **Huh SJ, Lim DH, Ann YC, et al.** Effect of customized small bowel displacement system in pelvic irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998;40:623-627
19. **Chao KS, Low DA, Perez CA, et al.** Intensity-modulated radiation therapy in head and neck cancers: The Mallinckrodt experience. *Int J Cancer* 2000;90:92-103
20. **Zeleftsky MJ, Fuks Z, Hunt M, et al.** High-dose intensity modulated radiation therapy for prostate cancer: early toxicity and biochemical outcome in 772 patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;53:1111-1116
21. **Huang E, Teh BS, Strother DR, et al.** Intensity-modulated radiation therapy for pediatric medulloblastoma: early report on the reduction of ototoxicity. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;52:599-605
22. **Teh BS, Mai WY, Grant WH 3rd, et al.** Intensity modulated radiotherapy (IMRT) decreases treatment-related morbidity and potentially enhances tumor control. *Cancer Invest* 2002;20:437-451
23. **Gerstner N, Wachter S, Knocke TH, et al.** The benefit of beam's eye view based 3D treatment planning for cervical cancer. *Radiother Oncol* 1999;51:71-78

24. Buchali A, Koswig S, Dinges S, et al. Impact of the filling status of the bladder and rectum on their integral dose distribution and the movement of the uterus in the treatment planning of gynaecological cancer. *Radiother Oncol* 1999; 52:29-34
25. International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). Report Number 62: Prescribing, recording and reporting photon beam therapy (supplement to ICRU Report 50). Washington, DC: ICRU;1999
26. Kim RY, McGinnis S, Spencer SA, et al. Conventional four-field pelvic radiotherapy technique without computed tomography-treatment planning in cancer of the cervix: potential geographic miss and its impact on pelvic control. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995;31:109-112

Abstract

Positional Change of the Uterus during Definitive Radiotherapy for Cervix Cancer

Won Park, M.D., Seung Jae Huh, M.D. and Jeung Eun Lee, M.D.

Department of Radiation Oncology, Samsung Medical Center,
Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to investigate the positional change of the uterus during radiotherapy

Materials and Methods: Between 1997 and 2001, 47 patients received definitive radiotherapy for cervical cancer at the Samsung Medical Center. For each patient, two MRI scans were taken; one before and the other 3~4 weeks after the radiotherapy treatment. In T2 weighted MRI images, the positional change of the uterine was quantified by measuring six quantities; the distance from the cervix os to the isthmus of the uterus (Dcx), the maximum length from the isthmus of the uterus to the uterine fundus (Dco), the maximum vertical distance of the uterine body (Dco-per), the angle between the vertical line and the cervical canal in the sagittal images (Acx), the angle of the uterine corpus from the vertical line in the sagittal plan (Aco-ap), and the relative angle of the uterine corpus from a fixed anatomical landmark in the axial images (Aco-axi).

Results: The mean Dcx values, before and during the treatment, were 36.7 and 27.8 mm, respectively. The Dco deviated by more than 10 mm in 14 cases (29.8%). The change in the Acx ranged from 0.1 to 67.8° (mean 13.2°). The Aco-ap changed by a maximum of 84.8° (mean 16.9°). The differences in the Dcx plus the Dco in the smaller (<4 cm) and larger (≥4 cm) tumors were 5.3 and 19.4 mm, respectively. With patients less than 60 years old, or with a tumor size larger than 4 cm, the difference in the Acx was statistically significant.

Conclusion: The positional changes of the uterus, during radiation treatment, should be considered in the 3DCRT or IMRT treatment planning, particularly in patients under 60 years of age or in those with a tumor size greater than 4 cm in maximum diameter.

Key Words: Positional change, Cervical cancer, IMRT