

자궁 경부암의 방사선 치료계획에서 자기공명 영상을 이용한 조사야 교정

영남대학교 의과대학 방사선과교실

신 세 원

영남대학교 의과대학 진단방사선과학교실

조 길 호

영남대학교 의과대학 내과학교실

박 찬 원

서 론

자궁 경부암은 우리나라 여성에서 위암 다음으로 흔한 악성종양으로서¹⁾ 근치적인 치료법은 수술과 방사선치료가 있다. 수술은 임상적 병기가 II-A이하인 경우에 시행되나 방사선치료는 모든 병기에 걸쳐 이용가능하며²⁾ 국소관해율은 75%에서 80%로 우수한 편이다.³⁾

일반적으로 임상적 병기가 IB,IIA와 IIB인 경우에 수술을 시행한 후 방사선 치료를 병행하더라도 치료성적에는 차이가 없다.⁴⁾

전통적으로 이용되는 자궁 경부암의 방사선 치료는 외부 방사선조사와 강내조사로 구성되며⁵⁾ 외부조사는 Megavoltage치료기를 이용하여 간단히 전후면 대향조사만을 시행하기도 하나 환자가 비대한 경우나 방사선치료와 연관되어서 방광이나 장관의 부작용이나 후유증의 발생이 우려되는 경우에는 전, 후, 좌 및 우의 4방향에서 방사선을 조사하는 사문(四門)조사를 시행하기도 한다.⁶⁾

오늘날 널리 사용되는 사문조사에서 측방조

사야의 치료계획은 x-선 투시를 통하여 조사야의 전방 경계선은 외장골 림프절(external iliac lymph nodes)을 포함하도록 하기 위하여 치골결합(symphysis pubis)부의 상연을 통하여 치료대에 평행한 직선으로 하며, 후방 경계선은 천골 림프절(sacral lymph nodes)을 포함하도록 하기 위하여 천골(sacrum)의 두번째 마디와 세번째 마디의 접합부를 통과하고 치료대에 평행한 직선으로 하고 정상조직에 가는 불필요한 피폭을 방지하기 위하여 납 차폐물을 설치한다.⁶⁾

그러나 환자마다 해부학적인 구조가 다르고 방사선치료를 담당하는 사람에 따라 통일된 지침이 없이 방사선치료를 하여왔다.^{7,8)}

이러한 문제점을 해결하기 위하여 수술을 시행하여 표지를 한 다음 방사선 치료계획을 하거나 최신의 영상진단장치인 전산화 단층촬영영상이나 자기공명 영상을 이용하기도 한다.

방사선치료계획에서 치료할 병변에 대한 3차원적인 영상자료는 치료계획 과정에 획기적인 발전을 가져와서 고선량의 방사선을 정확히 병

소부위에만 조사할 수 있으므로 정상 주위조직은 최대한 보호할 수 있어서 치료성적의 향상은 물론 환자들의 삶의 질의 개선에도 큰 기여를 할 수 있다. 특히 최근에 많이 이용되는 자기공명 영상진단은 전산화 단층촬영⁹⁾과 달리 방사선피폭없이 원하는 병변부위를 임의의 방향으로 절단된 영상을 얻을 수 있으므로 횡단면상을 컴퓨터로 재구성한 전산화 단층촬영에 비하여 화질이 우수하며 특히 시상절단상을 곧바로 얻을 수 있어서 양질의 화상을 이용한 정확한 치료계획이 가능하다.¹⁰⁾

본 연구는 자궁 경부암의 방사선 치료계획에서 전통적인 방사선치료계획과 자기공명 영상을 이용한 치료계획을 실시하여 조사야 크기의 변화와 조사야의 전후 이동정도를 검토하기 위하여 시행되었으며 문헌고찰과 함께 보고한다.

재료 및 방법

1993년 3월부터 1994년 2월까지 영남대학교 의과대학 부속병원에 내원하여 자궁 경부암으로 확진된 임상적 병기가 II-B이하인 환자에서 자기공명 영상촬영을 시행한 후 전골반 사문조사를 시행한 20명을 대상으로 하였다.

임상적 특징에서 임상적 병기(FIGO)와 자기공명 영상상의 병기를 비교하였으며, 전통적인 방법⁹⁾으로 측방조사야를 결정한 후 자기공명 영상을 이용하여 측방조사야를 교정한 후 자궁의 위치, 크기, 임상적 병기에 따라 교정정도를 분석하였다.

본 연구에 사용되었던 조준촬영장치는 Simulator LA 1090(NEC)이었으며 치료계획에는 전산화 치료계획 컴퓨터인 Therac 2300(NEC)를 사용하였다.

전통적인 방사선 치료계획

사문조사를 위한 측방 조사야의 치료계획에서는 자궁 경부를 표시하기 위하여 조영제를 묻힌 탐폰을 질내에 설치하고 임상적으로나 방사선학적 검사상 방광과 직장을 조영제로 표시할 필요가 있는 경우에만 조영제로 충만시켰다.

조사야는 조준촬영기를 투시화면을 통하여 결정하였으며 일반적으로 전방 경계선은 치골접합부의 상연을 통과하는 선으로 하였으며 후방 경계선은 천골의 두번째와 세번째 마디의 접합부를 통과하는 선으로 하였다.

자기공명 영상을 이용한 방사선 치료 계획

본 연구에 이용된 자기공명 영상촬영장치는 Gyroscan T 5(Philips, 0.5 Tesla)이었으며, 횡단면(Transverse section), 관상단면(Coronal section), 시상절단(Sagittal section) 및 필요에 따라 각도를 준 촬영도 시행하였다. 측방조사를 위한 방사선 치료계획에서는 환자의 중앙을 전후로 절단한 시상절단상이 주로 사용되었으며 중앙에서 편위된 경우에는 횡단면상을 참고하여 적절한 시상절단상을 선택하였다.

치료계획은 전통적인 방법과 유사하나 자기공명영상을 이용한 조사야의 변경이 추가된 치료계획으로서 전통적인 방법으로 계획한 측방조사야에 전체 자궁이 들어오지 않으면 조사야의 전, 후방 경계선을 이동시켜 최종적인 조사야로 하였다.

성 적

20명의 환자들은 임상적 병기 II-B가 13명(65%)으로 가장 많았으며 I-B가 4명(20%), II-A가 3명(15%)의 순이었다. 자기공명 영상상에서

임상적 병기와 병기가 일치된 경우가 15명(75%)이었으며 5명은 임상적 병기보다 낮았다.

자궁의 위치는 전굴이 12명(60%), 후굴이 5명(25%), 3명(15%)은 중립이었다.

자궁의 최대구경이 5 cm보다 작은 경우가 7명(35%), 5에서 6 cm가 6명(30%), 6에서 7 cm가 1명(5%), 7에서 8 cm가 2명(10%), 8에서 9 cm가 4명(20%)이었다.

측방 조사야의 조준촬영 사진상 치골접합부에서 선골 2, 3번째 마디까지의 실측거리는 8 cm보다 작은 경우가 1명(5%), 8에서 9 cm가 2명(10%), 9에서 10 cm가 6명(30%), 10에서 11 cm가 2명(10%), 12 cm보다 긴 경우가 2명(10%)이었으

며 이를 기준으로 조사야를 확정하는 경우에 7명(35%)에서 자궁의 일부가 측방 조사야의 경계부위나 조사야 외부에 위치하게 되므로 조사야를 이동시켜야 되었다.

20명중 2명(10%)에서 전방으로 조사야의 중심으로 이동시켰고 5명(25%)에서는 조사야의 중심을 뒤로 이동시켰으며, 이들 5명 중에서 조사야의 크기를 확대시킨 경우는 2명(40%)이었다.

전방으로 중심을 이동시킨 2명은 자궁저(fundus uteri)의 위치가 원인이 되었고, 후방으로 중심을 이동시킨 3명중 2명도 자궁저의 위치가 원인이었으며 나머지 1명은 자궁 경부의 위치가 원인이었다.

Table 1. Characteristics of patients and details of correction

Serial number	Clinical stage	M.R.I. stage	Position of uterus	Diameter ¹ of uterus	Diameter ² of pelvis	Transverse ³ diameter	Shift of center	Final correction
1	II - B	II - B	Anteflex	7.0	8.8	9.0	0	-
2	II - B	II - B	Anteflex	5.8	10.0	11.0	1.0 (P)	+ (C)
3	II - A	I - B	Retroflex	4.6	7.8	10.0	2.3 (P)	+ (F)
4	II - B	II - B	Anteflex	7.6	9.4	10.0	0	-
5	II - A	I - B	Neutral	6.8	9.2	10.0	0	-
6	II - B	II - B	Anteflex	8.8	9.4	11.0	1.6 (A)	+ (F)
7	I - B	I - B	Anteflex	5.0	10.2	11.0	0	-
8	II - B	II - B	Anteflex	5.8	11.5	12.0	0	-
9	I - B	I - B	Neutral	4.5	8.8	9.0	0	-
10	II - B	II - B	Retroflex	5.0	11.5	12.0	0	-
11	II - B	II - B	Neutral	4.6	12.0	12.0	0	-
12	II - A	I - B	Anteflex	8.6	10.0	10.0	0	-
13	II - B	II - B	Anteflex	5.5	10.0	10.0	0	-
14	II - B	I - B	Retroflex	4.6	9.2	11.0	1.8 (P)	+ (F)
15	II - B	II - B	Anteflex	8.6	10.5	11.0	0	-
16	II - B	II - B	Anteflex	4.0	8.8	9.0	0	-
17	II - B	II - A	Anteflex	8.7	9.2	11.0	1.8 (A)	+ (F)
18	II - B	II - B	Neutral	5.8	9.7	10.0	0	-
19	I - B	I - B	Anteflex	4.5	10.2	11.0	0	-
20	I - B	I - B	Neutral	4.0	12.6	13.0	0	-

A: Displacement of the center of the field anteriorly.

P: Displacement of the center of the field posteriorly.

C: Displaced by cervical position.

F: Displaced by fundal position.

1: Maximal transverse diameter of the uterus.

2: Distance from superoposterior aspect of the symphysis pubis to the junction of second and third segment of the sacrum.

3: Final transverse diameter of parallel opposing lateral field.

최종 확정된 측방 조사야의 가로길이는 9 cm가 3명, 10 cm가 6명, 11 cm가 7명, 12 cm가 3명, 13 cm가 1명이었으며 11 cm인 경우에 7명중 4명에서 조사야의 변경이 있었으며 10 cm인 경우에는 1명에서 조사야의 변경이 있었다(표 1).

고 찰

자궁 경부암의 치료에서 방사선 치료가 차지하는 역할은 매우 중요하며^{2,7,8)} 부작용이나 합병증 및 후유증의 감소는 방사선 치료의 효과를 올릴 수 있으며 나아가 생존율의 향상에도 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에 방사선 종양학자들은 방사선 치료와 연관된 합병증 중에서 특히 자궁 전후방에 위치하고 있는 방광이나 소장 및 직장이나 대장에 불필요한 방사선 피폭을 최대한 줄이는 방법을 다양하게 개발하여 이용하여 왔으며 가장 중요하고 좋은 방법이 사문조사이다.

자궁 경부암의 사문조사의 방사선치료계획에서 전후면 조사야는 전후면 평행이문조사의 조사야와 동일하나 측방 조사야에서 전방 경계는 치골접합부를 포함하며, 후방 경계는 천골 및 대동맥하 림프절이 위치하고 있는 부위를 충분히 포함하기 위하여 천골의 상당 부분을 조사야에 포함시키게 된다.

이 과정은 X-선 촬영 및 투시가 가능한 조준촬영장치(simulator)만 있어도 가능하나 자궁의 크기가 매우 크거나 전굴이나 후굴이 심한 경우에는 자궁이 전통적인 방법으로 치료계획한 조사야의 전방 경계부위나 후방 경계부위에 너무 근접하거나 경계를 벗어날 수 있어서 부적절한 치료가 될 수 있는 위험성을 내포하고 있으므로 많은 주의가 요구된다.^{5,9)}

이러한 어려움을 극복하기 위하여 사문조사 대신에 전후면 대향조사만을 이용한 치료를 하거나,⁹⁾ 내진소견 및 방광과 직장에 조영제를 주입하여 자궁자체의 위치를 간접적으로 확인하는 노력을 하나 내진상태의 체위와 방사선치료를 시행할 때의 체위가 다르므로 정확성은 떨어진다.

정확한 방사선치료계획을 시행하려면 치료할 병변에 대한 3차원적인 영상자료가 매우 중요함은 주지의 사실로서 최근 20여년간 컴퓨터와 의료용 영상진단기기가 급속히 발달하여 방사선 치료계획에도 커다란 변혁을 가져와서 전산화된 치료계획인 도입된 결과 선량 결정에 다양한 인자들을 치료계획용 컴퓨터에 입력하여 선량계산에 이용할 수 있을 뿐 아니라 전산화 단층촬영상을 직접 이용하여 치료부위안에 포함된 해부학적 구조물간의 위치확인¹⁰⁾은 물론 조사야내에 위치한 다양한 조직의 밀도까지도 선량계산에 고려할 수 있으므로 정확한 선량을 병변부위에 조사할 수 있게 되었다.¹¹⁾

특히 자기공명 영상이 임상영역에서 보편화되면서 정상조직과 종양조직을 보다 정확히 구별할 수 있는 장점을 이용하여 정상조직을 방사선 피폭으로부터 최대한 보호하면서 종양조직을 포함한 표적체적(Target volume)에는 종양억제에 꼭 필요한 충분한 방사선을 조사할 수 있도록 정확히 치료계획을 할 수 있으며¹⁰⁾ 방사선 치료 후 치료효과의 판정이나 재발의 확인에도 더욱 정확성을 기할 수 있게 되었다.¹²⁾

본 연구에서 자기공명 영상을 치료계획에 이용한 것은 자기공명 영상진단기기가 최근에 도입된 장비로서 치료의사가 원하는 방향으로 절단된 단면상을 직접 얻을 수 있기 때문에 횡단면상을 컴퓨터로 재구성한 전산화 단층상에 비하여 해상력이 우수하므로 자궁음영중에서 종양이 차지하는 부분을 정확히 보여줄 수 있어서

방사선 치료계획에 큰 도움을 주며 병변이 자궁 경부를 넘어 섰는지 여부를 정확히 알수 있으므로 수술 가능성 여부를 예측할 수 있어서 부인과 영역에서는 필수적인 방사선학적 검사로 자리를 잡아가고 있기 때문이다.¹³⁾

본 연구결과 측방 조사야의 가로길이는 9 cm에서 12 cm가 19명으로 방사선종양학 교과서의 평균치와 비슷하였으며¹⁴⁾ 20명 중 5명(25%)에서는 치료계획의 변경이 필요했으므로 매우 중요하게 생각되며, Kim등^{5,9)}이 전산화 단층 촬영을 이용한 통상적인 치료계획의 검증과 비교하여 방사선의 피폭없이 조사야를 더욱 정확히 검증할 수 있었다.

그러나 복부 대동맥 주위 림프절 전이나 간내 전이를 보려면 촬영부위를 추가하여야 하는 불편함도 지적되고 있다.

최근에는 림프조영 전산화 단층촬영이나 조영증강 자기공명 영상을 이용하면 더 정확히 골반내 림프절 전이나 파급정도를 명확히 확인할 수 있어서 더 정확한 치료계획을 할 수 있으리라 생각되며¹⁴⁾ 특히 근접치료를 병행하거나 수술후 방사선치료를 시행하는 경우 기하학적인 실수(Geographic miss)를 줄여줄 수 있으므로 국소적인 방사선치료 성적의 향상은 물론 국소재발의 감소와 수술후 방사선치료의 부작용을 감소시킬 수 있어서 원격전이의 감소와 생존율의 향상에도 크게 기여하리라 사료되며 앞으로 더 많은 환자를 대상으로 과거의 전통적인 방법으로 시행되었던 방사선치료와 치료성적을 비교하여 자기공명 영상을 이용한 치료계획이 방사선 치료에 의한 국소관해율, 치료실패양상, 부작용 발현정도와 생존율에 미치는 영향을 확인하기 위하여 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

요 약

본 연구는 최근에 개발되어 임상적으로 널리 이용되는 자기공명 영상상을 20명의 자궁 경부암 환자의 치료계획에 적용하여 전통적인 치료계획과 비교하여 아래의 결과를 얻었다.

1. 측방 조사야의 가로길이는 11 cm가 7명(35%)으로 가장 많았으며, 10 cm가 6명(30%), 9 cm와 12 cm가 각각 3명(15%)이었으며 13 cm는 1명(5%)이었다.

2. 측방 조사야의 중심이동은 자궁의 크기나 골반의 횡경과는 무관하였다.

3. 자기공명 영상을 이용한 방사선치료계획을 한 결과 전통적인 방법으로 결정된 전골반 측방 조사야의 변경이 20명 중 5명(25%)에서 있었으므로 향후 자궁 경부암이나 자궁 체부암의 정확한 치료를 위해서는 자기공명 영상이 매우 중요함을 시사하였으며 향후 더 많은 환자를 대상으로 자기공명 영상을 이용한 방사선치료 성적을 전통적인 방법에 의한 성적과 비교하는 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

1. 안돈희: 암등록 사업과 암으로 인한 사망 - 연도별 추이. 대한의학협회지 36(3): 292-299, 1993.
2. Hatch KD: Cervical cancer. In Berek JS, Hacker NF: Practical gynecologic oncology. 2nd ed, Williams and Wilkins, Baltimore, 1994, pp 249-251.
3. Cunningham DE, Stryker JA, Verkley DE, Chung CK: Routine clinical estimation of rectal, rectosigmoidal, and bladder doses from intracavitary brachytherapy in the treatment of

- carcinoma of the cervix. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 7: 653-660, 1981.
4. Perez CA, Grigsby PW, Camel HM, Galakatos AE, Mutch D, Lockett MA: Irradiation alone or combined with surgery in stage I B, II A, and II B carcinoma of uterine cervix: update of a nonrandomized comparison. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 31(4): 703-716, 1995.
 5. Kim RY, McGinnis LS, Spencer SA, Meredith RF, Jennelle RLS, Salter MM: 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* 31(1): 109-112, 1995.
 6. Crook J, Esche BA: The uterine cervix, In Cox JD: *Moss' radiation oncology, rationale, technique, results*, 7th ed, Mosby-Year Book Inc, St. Louis, 1994, pp 637-642.
 7. Perez CA: Uterine cervix. In Perez CA, Brady LW: *Principles and practice of radiation oncology*. 2nd ed, J.B. Lippincott Co, Philadelphia, 1992, pp 1162-1165.
 8. Kim RY, McGinnis LS, Spencer SA, Meredith RF, Jennelle RLS, Salter MM: Conventional four-field pelvic radiotherapy technique without computed tomography-treatment planning in cancer of the cervix: Potential geographic miss. *Radiation therapy and oncology* 30: 140-145, 1994.
 9. Russell AH, Walter JP, Anderson MW, Zukowski CL: Sagittal magnetic resonance imaging in the design of lateral radiation treatment portals for patients with locally advanced squamous cancer of the cervix. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 23: 449-455, 1992.
 10. Deore SM, Viswanathan PS, Shrivastava SK, Supe SJ, Dinshaw KA: Predictive role of TDE values in late rectal recto-sigmoid complications in irradiation treatment of cervical cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 24: 217-221, 1992.
 11. Kim SK, Shin SO, Kim MS: The effect of therapy oriented CT in radiation therapy planning. *J Korean Soc Ther Radiol* 5(2): 149-155, 1987.
 12. 조재민, 김승협, 한만청: 자궁암 수술후 질침부 국소재발 판정에 있어서 CT와 MRI의 비교연구. *대한방사선의학회지* 29(3): 480-485, 1993.
 13. 김승협, 최병인, 한준구, 최요원, 이경환, 한만청, 이효표, 강순범: 자궁경부암의 병기결정에 있어서 CT와 MRI의 비교연구. *대한방사선의학회지* 28(1): 135-145, 1992.
 14. 정태섭, 이종태, 유형식, 김기황, 서정호, 정진일, 박찬규, 김재욱: 자궁경부암 환자에서 내장골 임파절의 새로운 방사선학적 검사방법: 임파조영 전산화단층촬영. *대한방사선의학회지* 28(1): 130-134, 1992.
 15. 김승철, 김승협, 김성문, 윤용규, 한만청: 조영 증강 자기공명영상을 이용한 자궁 경부암의 골반강내 임파절 전이 판정. *대한방사선의학회지* 30(5): 889-892, 1994.

-Abstract-

Treatment Planning Correction Using MRI in the Radiotherapy of Cervical Cancer

Sei One Shin

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

Kil Ho Cho

*Department of Diagnostic Radiology
College of Medicine, Yeungnam University
Taegu, Korea*

Chan Won Park

*Department of Internal Medicine
College of Medicine, Yeungnam University
Taegu, Korea*

Purpose: To evaluate the role of MRI in the management of cervical cancer treated by conventional four-field whole pelvic irradiation.

Method and material: Between 1993-march and 1994-february, 20 patients(4 Stage I B, 3 Stage II A, 13 Stage II B) with invasive cervical cancer were eligible for evaluation of accuracy of conventionally designed lateral treatment field without MRI determination.

Results: 5 out of 20 Patients had inadequate margin without MRI. The position of uterine fundus was more important than cervix in correction of field size and the center of treatment field.

Conclusion: This Preliminary data show MRI determination of uterine position prior to radiotherapy planning is essential in the case of four-field whole pelvic irradiation technique.

Key Words: MRI, Conventional radiotherapy planning, Four-field whole pelvic irradiation, Field correction