

초음파검사를 이용한 자궁경부암 환자의 방사선치료 시 방광 체적 변화

부산대학교병원 방사선종양학과

공중호

목적 : 자궁경부암 환자의 방사선 치료 시 다른 장기의 위치 변화 및 부작용을 줄이기 위해 방광의 체적을 일정하게 유지하도록 한 후 초음파를 이용하여 방광의 체적 변화를 측정하였다.

대상 및 방법 : 2015년 9월부터 12월까지 부산대학교병원에서 방사선 치료를 받은 환자 11명을 대상으로 하였다. 방광의 체적을 일정하게 유지하기 위하여 CT치료설계 전후, 모의치료 60분전에 500 cc의 물을 마시도록 설계되었다. 치료설계 전후, 모의치료, 치료계획 시 방광의 체적을 비교분석하였다.

결과 : CT스캔상에서 측정된 방광의 평균 체적과 오차는 치료설계시와 비교한 결과 편차가 작다. CT치료설계시와 CT치료설계시후는 통계적으로 유의하며 상관관계가 있는 것으로 보이고 초음파를 이용하여 측정된 방광의 체적은 CT상에서의 체적보다 크다. 다만 CT치료설계시와 모의치료 시는 통계적으로 유의하지 않았다.

결론 : 모의치료시 일정한 양의 물을 마시도록 지시한 것이 방광의 체적을 유지하는데 도움이 될수 있었다. 그러나 배변과 일정한 양의 물을 마시도록 지시하더라도 모의치료시 방광의 체적을 일정히 유지하는데는 어려움이 있었다. 또한 환자들이 지시에 따라 정확히 수행하는 여부가 중요하다.

핵심용어 : 방광체적, 초음파 측정

서론

자궁경부암의 방사선 치료의 첫째 목적은 국소 재발을 줄이고 생존률을 향상시키는 것으로 이러한 목표에 도달하기 위한 방법은 종양에 투여되는 선량을 증가하는 것이다. 이러한 목표를 달성하기 위한 방법으로 세기변조방사선 치료를 시행할 경우 정상조직에 투여되는 선량을 최소화 할 수 있어 병변 조직에 높은 선량을 처방할 수 있게 되었다.

두번째 목적은 방광 및 직장과 같은 정상 장기의 손상을 최소화 하는 것으로 방사선조사 시 방광을 채운 후 치료하는 방법이 고안되었다.⁽¹⁾ 방광을 채울 경우 전체 방광의 체적이 증가하고 따라서 조사 면에서 제외되는 방광의 체적이 증가하여 정상 장기의 부작용이 감소하게 되므로 동일한 정

도의 부작용을 유지하면서 처방 선량을 증가 할 수도 있다.⁽²⁻⁴⁾ 최근 자궁경부암 환자의 치료 성적이 향상 되었으나 이러한 치료법은 방광, 직장의 위치, 크기 및 모양이 치료계획용 CT스캔 시와 변화가 없다고 가정하여 치료하고 있으나 실제 인체의 내부장기들은 고정되어 있지 않으므로 이러한 움직임을 고려하지 않는다면 정확한 치료라 할 수 없다. 따라서 최근 영상유도치료법이 개발되어 내부 장기의 움직임을 실시간으로 측정하고 보정하면서 치료하고 있고 폐와 같이 CT영상에서 식별이 용이하고 움직임이 규칙적인 장기 에 적용되고 있다.⁽⁵⁻⁷⁾

골반부의 내부장기의 움직임 또한 위치변화에 따른 치료의 불확실성 또한 방광암, 전립선 암 등의 치료에 큰 영향을 미치고 있다. 골반부의 장기 중 방광은 소변의 양에 따라 체적과 모양이 급격히 변화하므로 방광의 움직임이 적절한 방사선 치료를 하는데 있어 가장 문제점이 입증되었다.⁽⁸⁻¹⁴⁾

자궁경부암의 경우에도 방광의 크기 및 모양 변화에 의해 장기의 위치 또한 변화하게 되어 방사선을 매번 병변 조직

본 논문은 2016년 11월 04일 접수하여 2016년 12월 10일 채택되었음.
책임저자 : 공중호, 부산대학교병원 방사선종양학과
부산광역시 서구 구덕로179 부산대학교병원 (49241)
Tel : 051) 240-7458
E-mail : bkknk26@hanmail.net

에 정확하게 조사하는데 문제가 있다는 연구들도 많이 발표되고 있다.

따라서 방광을 채워서 치료하는 방법으로 환자들에게 일정한 양의 물을 치료 전에 마시도록 지시하는데 이때 방광의 크기가 일정하게 유지되는지를 확인하지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 추가 방사선의 조사 없이 방광의 체적을 측정할 수 있는 방법인 초음파를 이용하여 방사선 치료 기간 중 방광의 체적 변화를 분석하고자 한다. 휴대용 방광잔뇨측정기로써 초음파를 이용해 신속하고 안전하게 방광 체적을 측정한다. 정확성이 뛰어나고 검사 시간이 약 3초밖에

걸리지 않아 빠른 시간 내에 체적을 평가할 수 있었다. 이 측정방법으로 추가 방사선이나 카테터등의 사용을 최소화해 환자에게 비용과 시간을 절약할 수 있었다.

대상 및 방법

2.1 연구 대상

본 연구는 자궁경부암으로 진단 받고 근치적 목적의 방사



Fig 1.
Portable residual urine in bladder gauge

선 치료를 받은 환자 11명을 대상으로 하였다. 11명의 환자를 모두 배뇨에 대한 교육후 병원을 방문하여 방사선 치료용 5 mm CT스캔(Brilliance CT Big Bore, Philips)을 시행하였다. 배뇨에 대한 지시는 환자들에게 프로토콜에 따라 방광을 비우고 모의 치료 1시간 전에 방광을 채우기 위해 물 500 cc를 마시도록 하였다. 그 후 모의치료시에도 물을 마시고 60분 후에 모의치료를 실시하였다. CT스캔영상의 방사선 체적은 Eclipse(external beam planning ver.10.0)로 측정하였다. 그리하여 치료설계 전후와 모의 치료, CT스캔영상의 방광의 체적을 측정하여 비교하였다.

2.2 데이터 획득

실험군에 속해 있는 환자 11명을 대상으로 초음파 시스템(BladderScan BVI6100, Verathon)을 이용하여 방광의 체적을 측정하였다.[그림 1] 환자들의 방광의 체적은 치료설계

60분전 소변을 비우고 500 cc의 물을 마시도록 한뒤 치료설계전과 치료설계직후 측정하였다. 또한 모의치료시에도 모의치료 60분전 500 cc의 물을 마시도록 한뒤 초음파를 이용하여 치료설계시와 동일한 방법으로 방광의 체적을 측정하였고 곧바로 모의 치료를 시행하였다. 또한 치료 시작 60분전에 모의 치료시와 동일한 양의 물을 마신후 방사선 치료를 시행하였다.

결 과

1. 치료설계전와 치료설계후의 비교

치료설계전와 치료설계후에 측정된 방광의 체적을 보여 준다. 치료설계 후의 경우 200 cc미만의 체적을 보이는 환자는 없었고 대부분 환자의 방광체적은 400-600 cc이다. 반

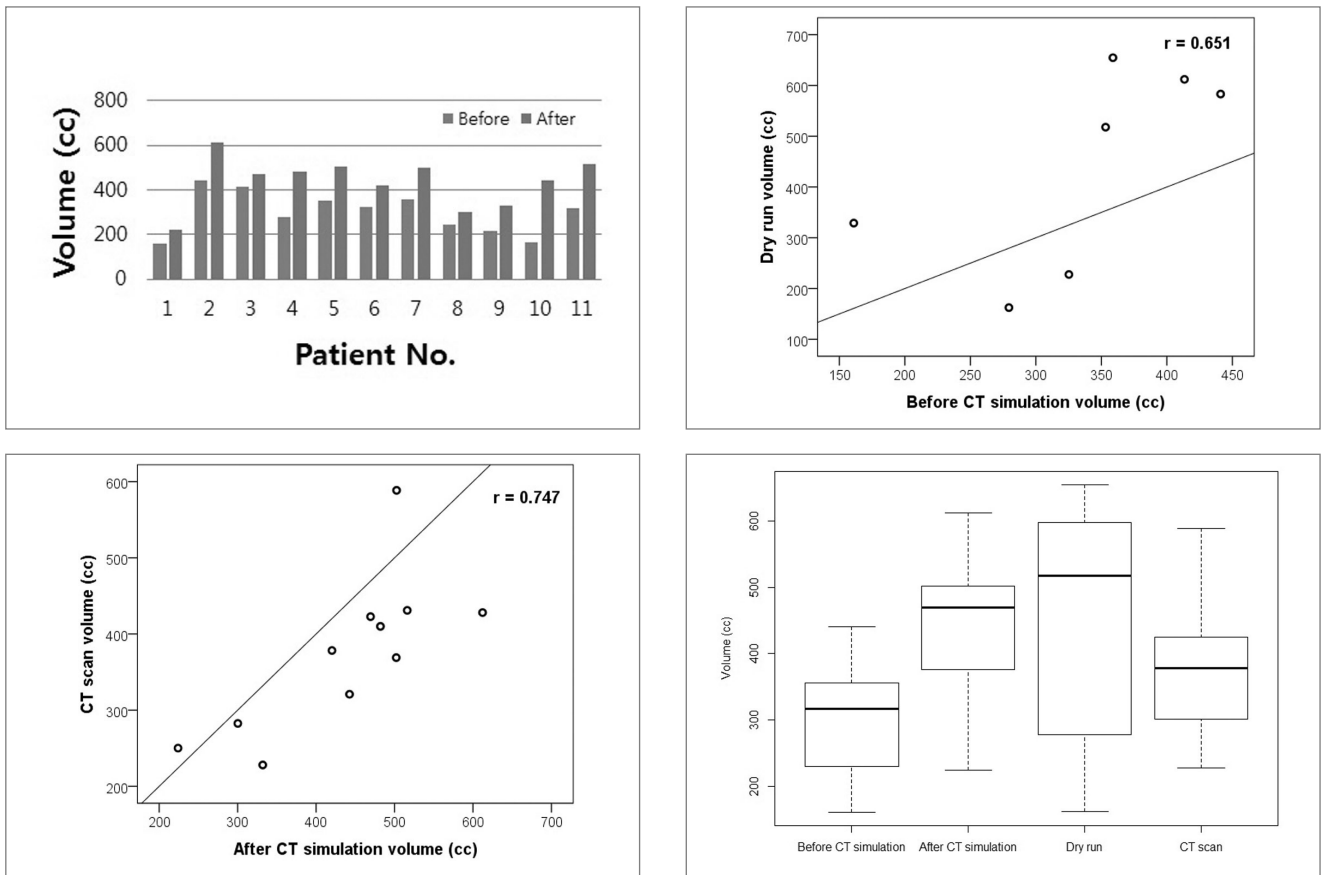


Fig 2. A bar graph after CT simulation with before CT simulation and found that the average volume of bladder has increased by about 120cc

Table 1. Correlation between processes

		Mean	SD	Correlations			
				1	2	3	4
1	Before CT Sim.	297.87	93.50	1			
2	After CT Sim.	436.69	111.36	.779**	1		
3	FL Simulation	440.89	198.61	0.651	0.455	1	
4	CT scan	373.57	101.87	0.696*	0.747**	0.287	1

*p<0.05

**p<0.01

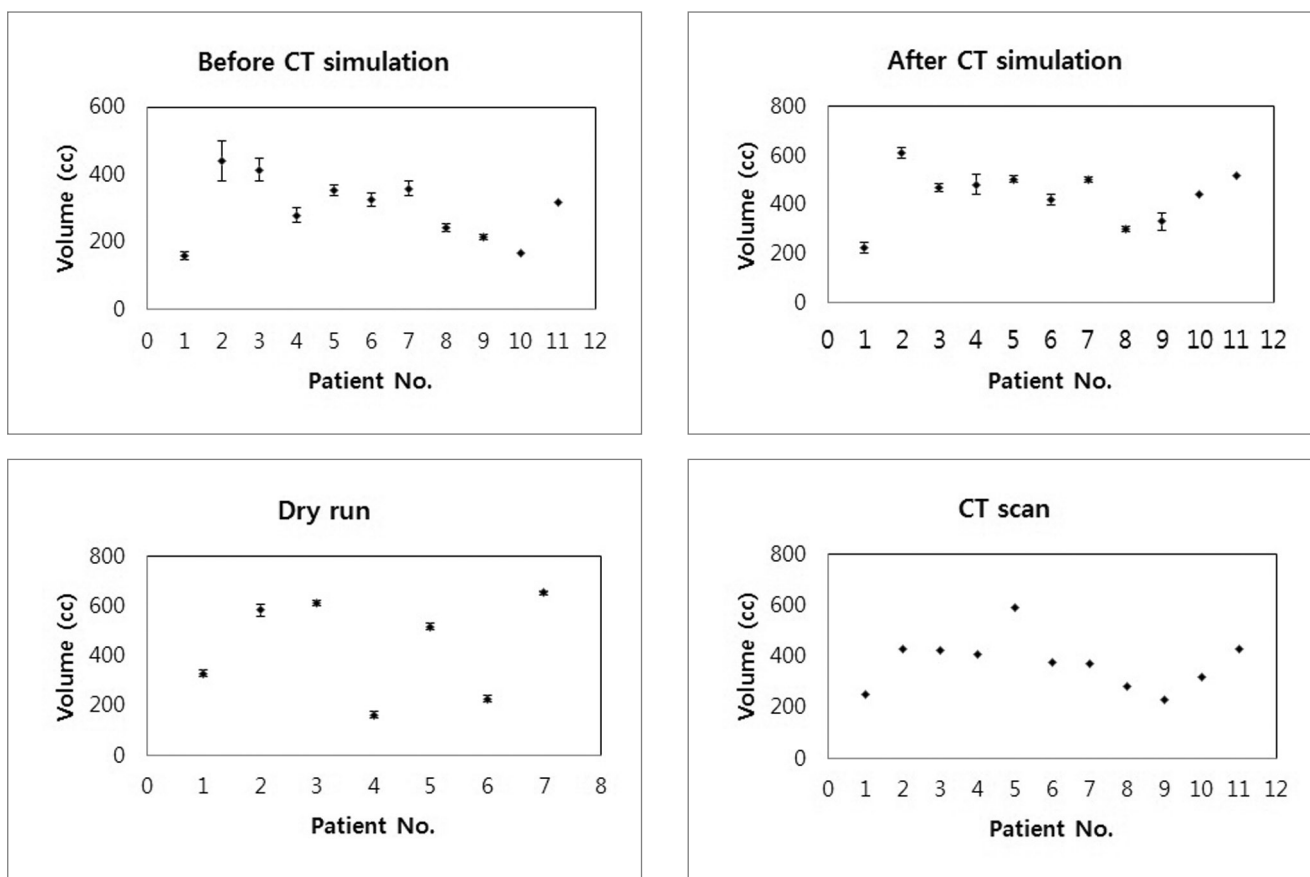


Fig 5. Patient specific bladder volume

면에 치료설계전의 경우 방광체적이 400 cc미만이다. 모든 환자들에게 동일한 양(500 cc)의 물을 마시게 하고 1시간 후 초음파 시스템(BladderScan BVI 6100)을 이용하여 방광의 체적을 측정하였는데 평균 방광의 체적과 표준 오차는 297.87±93.50 cc이다. 따라서 환자가 물을 마신후 1시간 뒤에 방광에 축적되는 소변의 양은 마신 양 대비 60% 정도

임을 알 수 있다. 한편 20분 후에 측정된 치료설계 직후의 방광의 체적은 436.69±111.36 cc로 치료설계직전에 비해 오차가 크고 평균 방광의 체적도 큰 것을 알 수 있다. 이는 치료설계에 소요되는 20분정도에 환자들의 방광이 채워진 것으로 간주 된다.[그림 2]

2. 치료설계직후와 CT스캔영상과의 비교(초음파시스템 장비의 정확성)

환자를 대상으로 치료설계 직후 초음파시스템을 이용하여 측정된 방광의 체적과 치료설계시 스캔하여 얻은 영상을 이용하여 측정된 방광의 체적을 측정된 데이터를 보여준다. 2명의 환자를 제외하고는 치료설계직후에 측정된 방광의 체적이 CT스캔영상에서 측정된 방광의 체적보다 크게 나타났으며 통계학적으로는 유의한 것으로 나타났다. [그림 3]

스캔영상의 방광의 체적은 치료설계직후의 방광의 체적의 85%였다. 이것으로 볼 때 같은 시간대 상태의 방광의 체적을 CT영상과 초음파시스템을 이용하여 측정된 차이를 보여준다. 통계학적으로는 유의하다. [표 1]

3. 치료설계전과 모의치료시의 비교(환자의 지시이행정도)

환자를 대상으로 치료설계전 초음파시스템을 이용하여 측정된 방광의 체적과 모의치료시 초음파시스템을 이용하여 측정된 방광의 체적을 측정된 데이터를 보여준다. 2명의 환자를 제외하고는 모의치료시에 측정된 방광의 체적이 치료설계전 측정된 방광의 체적에 비해 크게 나타났으나 통계학적으로는 유의한 상관관계가 존재하지 않는 것으로 보인다.

모의 치료시 평균 체적은 440.89 ± 198.61 cc이고 치료설계전 평균체적은 297.87 ± 93.50 cc로 48 % 높다. 이러한 차이는 환자들에게 치료 1시간전 소변을 보고 물 500 cc를 마시도록 지시하였을 때 그것을 따르고 유지하는데 어려움의 정도를 파악할 수 있다. [표 1][그림 3]

4. 각 과정에 따른 전체적인 방광체적의 변화

치료설계전, 치료설계후, 모의치료, CT scan영상에 대한 Box plot으로 중앙값은 전, 후, 모의로 갈수록 커지는 경향이 있으며 최소값과 최대값의 범위도 함께 커지는 경향을 보인다. CT의 범위는 대체로 후의 결과와 유사하였다. [그림 4][그림 5]

결 론

자궁경부암의 경우 방사선치료시 방광의 크기 및 모양 변

화에 따라 주위 장기위치가 변하게 되고 병변조직에 정확하게 조사하는데 어려움이 있기 때문에 치료전 물을 섭취하여 방광을 채워 치료하는데 방광이 일정한 크기가 유지되는지 확인하는데 어려움이 있었다. 휴대용 방광잔뇨측정기로써 초음파를 이용하여 정확하고 빠르게 치료전 방광체적을 분석하였다. 치료설계직전과 직후에 방광의 체적을 측정하여 측정된 소변의 양과 치료설계중 채워준 소변의 양을 평가하였고 치료설계직후와 치료설계시의 CT스캔영상으로 통계적유의함과 측정의 정확성을 확인하였다. 또한 치료설계전과 모의치료를 비교하여 각각의 방광체적을 비교하여 환자들에게 일정양의 물을 치료전에 마시게 하여 치료전 방광을 채우는 방법의 당위성과 지시이행정도를 평가하였고 이 둘간의 유효한 상관관계를 확인하였다.

골반부 환자의 치료는 골반부 장기인 방광, 직장 등의 위치, 크기 및 움직임에 영향을 받는다. 방광은 소변의 양에 따라 체적과 모양이 변화하여 자궁경부암의 경우에도 이에 영향을 받으므로 본 연구에서 치료전에 일정양의 물을 치료전에 마시도록 지시하는 것이 방광의 체적을 일정하게 유지하는 것에 도움을 주어 병변 조직에 높은 선량을 처방하고 정상장기의 부작용을 감소하는데 도움이 될 것으로 보인다.

참고문헌

1. Fokdal L, Honore H, Hoyer M, Meldgaard P, Fode K, vonder Maase H. Impact of changes in bladder and rectal filling volume on organ motion and dose distribution of the bladder in radiotherapy after urinary bladder cancer cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2004;59:436-444
2. Emami B, Lyman J, Brown A, Coia L, Goitein M, Munzenrider JE, Shank B, Solin LJ, Wesson M. Tolerance of normal tissue to therapeutic irradiation, *Int J Radiation Oncol Biol Phys,* 1991-21:102-122.
3. Marks LB, Carroll PR, Dugan TC, Anscher MS. The response of the urinary bladder, urethra, and ureter to radiation and chemotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1995;31:1257-1280

4. Mundt AJ, Roeske JC, Lujan AE, Yamada SD, Waggoner SE, Fleming G, Rotmensch J. Initial clinical experience with intensity modulated whole pelvis radiation therapy in women with gynecologic malignancies, *Gynecol Oncol*. 2001;82:456-465
5. Guckenberger M, Meyer J, Wilbert J, Baier K, Bratengeier K, Vordermark D, Flentje M. Precision required for dose-escalated treatment of spinal metastases and implications for image-guided radiation therapy (IGRT). *Radiother Oncol*. 2007;84(1):56-63
6. Cui Y, Dy JG, Sharp GC, Alexander B, Jiang SB. Multiple template-based fluoroscopic tracking of lung tumor mass without implanted fiducial markers. *Phys Med Biol*. 2007;52(20):6229-6242
7. Seppenwoolde Y, Berbeco RI, Nishioka S, Shirato H, Heijmen B. Accuracy of tumor motion compensation algorithm from a robotic respiratory tracking system; a simulation study. *Med Phys*. 2007;34(7):2774-2784
8. Fokdal L, Honore H, Hoyer M, Meldgaard P, Fode K, vonder Maase H. Impact of changes in bladder and rectal filling volume on organ motion and dose distribution of the bladder in radiotherapy after urinary bladder cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2004;59:436-444
9. Sur RK, Clinkard J, Jones WG, et al. Changes in target volume during radiotherapy treatment of invasive bladder carcinoma. *Clin Oncol* 1993;5:30-33.
10. Harris SJ, Buchanan RB. An audit and evaluation of bladder movements during radical radiotherapy, *Clin Oncol*. 1998;10:262-264
11. Miralbell R, Nouet P, Rouzmet M, Bardina A, Hejira N, Schneider D. Radiotherapy of bladder cancer: relevance of bladder volume changes in planning boost treatment. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1998;41:741-746
12. Meijer GJ, Rasch C, Remeijer P, Lebesque JV. Three-dimensional analysis of delineation errors, setup errors, and organ motion during radiotherapy of bladder cancer, *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2003;55:1277-1287
13. Muren LP, Smaaland R, Dahl O. Organ motion, set-up variation and treatment margins in radical radiotherapy of urinary bladder cancer. *Radiother Oncol* 2003;69:291-304.
14. Sur RK, Clinkard J, Jones WG, et al. Changes in target volume during radiotherapy treatment of invasive bladder carcinoma. *Clin Oncol* 1993;5:30-33.
15. Rozilawati Ahmad , Mischa S. Hoogeman , Sandra Quint , Jan Willem Mens , Eliana M. Vasquez Osorio , Ben J.M. Heijmen. Residual setup errors caused by rotation and non-rigid motion in prone-treated cervical cancer patients after online CBCT image-guidance. *Radiother Oncol* 2012;103: 322-326

Abstract

Bladder volume variations of cervical cancer patient in radiation therapy using ultrasonography

Department of Radiation Oncology, Pusan National University Hospital, Pusan, Korea

Gong Jong Ho

Purpose : The bladder volume change was measured using ultrasonography for helping decrease the side effects and other organ variations in the location of radiation therapy for cervical cancer patients. An experiment was performed targeting patients who were treated with radiation therapy at PNUH within the period from September to December 2015.

Materials and Methods : To maintain the bladder volume, each patient was instructed to drink 500 cc water before and after CT simulation, 60 minutes before the dry run. Also, the bladder volume was measured in each patient CT scan, and a 3D conformal therapy plan was designed. The bladder volumes measured before and after the CT simulation, dry run, and radiation treatment planning were compared and analyzed.

Results : The average volume and average error of the bladder that were obtained from the measurement based on the CT scan images had the lowest standard deviation in the CT simulation. This means that the values that were obtained before and after the CT simulation were statistically relevant and correlative. Moreover, the bladder volume measured via ultrasonography was larger size, the average volume in the CT scan. But the values that were obtained Dry run and after the CT simulation were not statistically relevant.

Conclusion : Drinking a certain amount of water helps a patient maintain his/her bladder volume for a dry run. Even then, it is difficult to maintain the bladder volume for the dry run. Also, whether or not the patients followed the directions for the dry run correctly is important.

Keyword : Bladder volume, Ultrasonography