

골반부 암 치료 시 초음파검사를 통한 방광체적과 CBCT영상 방광체적의 비교

부산대학교병원 방사선종양학과
손성호 · 박하령 · 백정진 · 손종기 · 최민호

목 적: 골반부 방사선 치료 시 방광체적에 따라 방사선 조사범위가 달라지기 때문에 방광체적을 조절하여 치료를 진행한다. 따라서 본 연구에서는 초음파펄스진단장치(BVI 6100, (주)메디칼써프라이)를 이용하여 방광체적 변화를 추적하여 BVI의 정확성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법: 2017년 1월부터 2018년 9월까지 부산대학교병원에서 골반부 방사선 치료를 받은 환자 19명을 대상으로 하였다. 치료 시 BVI를 이용하여 획득한 방광체적과 CBCT영상에서 획득한 방광체적을 구간별로 비교한 후 그 유의성을 평가하였다.

결 과: 전체 체적 구간에서의 BVI와 CBCT는 $r=0.773$ 의 유의한 상관관계가 나타났으나 치료계획영상에서의 방광체적을 기준으로 p 값이 125~175cc에서는 0, 175~275cc에서는 0.05보다 낮게, 그리고 275~375cc에서는 0.05보다 높게 나타났다.

결 론: 본 연구에서는 방광체적이 275cc 이상의 환자의 경우 BVI와 CBCT영상 간의 방광체적이 유의성이 있으나 방광을 비우는 환자의 경우 BVI측정의 신뢰성이 떨어진다고 판단할 수 있었다. 따라서 175~275cc 환자에 대해서는 BVI의 보정값을 이용하여 적절한 체적오차허용범위를 사용하면 유의한 값을 얻을 수 있을 것이다.

▶ **핵심용어 :** 골반부 방사선 치료, CBCT, BVI, 초음파, 방광체적

서 론

방사선 치료란, 방사선을 이용하여 환자를 치료하는 임상의학의 한 방법으로 수술, 항암 화학요법과 더불어 3대 암 치료 중 하나이다. 현재 다양한 부위의 암에 치료가 적용되고 있으며 골반부 방사선치료는 자궁경부암, 자궁내막암, 직장암, 방광암, 전립선암 등의 치료가 대표적이다.

이러한 골반부 방사선치료는 치료기간 중 장의 연동운동과 가스의 유무, 방광의 체적변화 등으로 인한 골반 내 장기들(pelvic organs)의 움직임과 변화를 지속적으로 관

찰해야 한다. 이는 치료체적의 위치변화 그리고 모양변형(deformation) 등이 CT-simulation에서 얻은 치료계획상(plan)의 선량분포에 영향을 끼칠 수 있기 때문이다.⁽¹⁰⁾ 선량분포의 변화는 정상장기합병증확률(normal tissue complication probability, NTCP)이 크게 올라가 합병증을 유발할 수 있거나 종양제거확률(tumor control probability, TCP)을 떨어뜨릴 수도 있다.

따라서 본원에서는 골반부 방사선 치료 전 처치로 방광을 채우거나 비워 이러한 정상장기합병증의 확률을 낮추는 방법을 적용하고 있다. 방광을 채울 경우 전체 방광 체적이 증가되어 조사면에서 빠지는 방광체적이 증가하므로 방광의 부작용을 감소시켜 처방선량을 증가시킬 수 있고,⁽⁴⁾ 또한 방광이 커짐에 따라 장을 밀어 올려 장의 피폭선량을 감소시킬 수 있다. 방광을 비울 경우 방광 체적을 일정하게

책임저자: 손성호, 부산대학교병원
부산 서구 구덕로 179
Tel: 051)240-7458
E-mail: reianid@hanmail.net

작은 체적을 유지하는 방법을 사용하여 방광 치료 시 방광의 움직임을 최소로 하고 방광 밀도를 높여 치료효율을 높여주고 있다. 하지만 실제로 전치치를 시행하였음에도 환자의 컨디션과 소화기관의 가스 유무 등 상황에 따라 방광 체적은 변화를 보이기 때문에 치료실에서 환자가 전치치를 시행하였는지 유무를 판단하기 어렵다.

본 연구에서는 초음파펄스진단장치인 휴대용 방광잔뇨 측정기(BVI 6100)을 이용해 환자의 방광체적을 측정하여 평균값을 확인한다. 그 후 CBCT를 통하여 측정된 방광체적과의 차이를 비교하여 BVI의 유의성을 판단하였다. 더 나아가 방광체적에 따라 구간을 나누어 BVI가 유의성을 가질 수 있는 범위를 파악하였다.

대상 및 방법

1. 초음파검사를 통한 방광체적 측정

본 연구에서는 골반부 암으로 진단을 받고 방사선치료를 받은 직장암 3명, 자궁암 3명, 방광암 2명, 항문암 1명, 골반뼈 암 2명, 전립선암 8명 총 19명의 환자를 대상으로 89개의 data를 획득하였으며 평균연령은 65.5세이다.

방광을 채우는 경우 치료 시작 1시간 전 방광을 비우고 물 500cc를 마시도록 하여 방광체적이 200~300cc 사이로 유지되게 하였고 비우는 경우 치료직전 방광을 비우게 하여 150cc 이하의 방광체적을 유지하는 것⁶⁾을 목표로 하였다. 또한 환자의 상태에 따라 체적오차허용범위를 따로 설정하였다. 그 후 치료실에서 BVI를 이용하여 측정하였다. 환자가 바로누운자세(supine)를 취하면 검사자는 환자의 오른쪽 측면에 서서 방광과 근접한 피부에 BVI를 위치시키고 꼬리뼈를 방향으로 각도를 기울인 후 측정하였다. 1회 측정 시 3회에 걸쳐 평균값을 내어 방광체적을 측정하였다.

2. CBCT를 통한 방광체적 측정

초음파검사를 통해 방광체적을 구한 환자를 정렬한 후 실제 내부 장기 위치를 평가하기 위하여 영상유도 방사선 치료(image guided radiation therapy, IGRT)를 위한 CBCT(cone-beam computed tomography)를 획득하

였다.⁸⁾ 이때 획득한 CBCT영상을 방사선치료계획시스템인 MOSAIQ 2,60,324(Elekta Medical Systems)을 이용하여 방광체적을 구한다. 방광체적은 영상에 윤곽설정(contouring)을 하여 구하였다.

3. 방광체적의 비교분석

본 연구에서는 BVI와 CBCT데이터를 이용하여 방광체적의 평균, 표준오차, *p*값을 구하였으며, 치료계획시의 방광체적과 비교하여 전치치에서의 방광체적에 대한 유의성을 통계학적으로 알아보았다. 또한 방광이 채워진 상태와 비워진 상태를 비교하여 BVI의 신뢰성이 확보되는 구간을 확인해 볼 것이다. 통계분석은 SPSS프로그램을 사용하였으며 BVI와 CBCT값이 서로 유의성이 없다는 가정 하에 T 검정과 상관분석을 하였다. 양측 *p*-value가 0.05 이상일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주한다.

결 과

1. Bladder Filling와 Empty의 비교분석

환자의 골반부 치료에서 방광을 일정하게 유지하는 방법으로 방광을 채우는 경우와 비우는 경우로 나누어 각각 BVI값과 CBCT값을 비교하였다.⁷⁾ Table 1에서 볼 수 있듯이 두 집단 모두 BVI값과 CBCT값 사이에 차이가 있으나 비우는 집단보다 채우는 집단의 *p*값이 더 높게 나타났다. 이때 비우는 집단의 *p*값은 0으로 나타났다.

Table 1. Comparison of BVI with CBCT in Filling patient and Empty patient

1) Filling patient (n=79)			
Division	BVI	CBCT	T (p)
M	237.59	252.98	-2.10
(SD)	(56.53)	(91.87)	(0.039)
2) Empty patient (n=10)			
Division	BVI	CBCT	T (p)
M	35.60	97.81	-8.41
(SD)	(14.80)	(18.62)	(0.000)

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001

Table 2. Comparison of BVI with CBCT by bladder volume size

1) 125~175 (n=10)			
Division	BVI	CBCT	T (p)
M (SD)	35.60 (14.80)	97.81 (18.62)	-8.41 (0.000)
2) 175~225 (n=8)			
Division	BVI	CBCT	T (p)
M (SD)	205.00 (36.35)	167.63 (49.71)	3.03 (0.019)
3) 225~275 (n=46)			
Division	BVI	CBCT	T (p)
M (SD)	217.57 (48.94)	240.92 (83.02)	-2.48 (0.017)
4) 275~325 (n=15)			
Division	BVI	CBCT	T (p)
M (SD)	266.40 (35.02)	286.91 (75.42)	-1.21 (0.248)
5) 325~375 (n=10)			
Division	BVI	CBCT	T (p)
M (SD)	312.60 (46.44)	325.85 (113.48)	-0.54 (0.600)

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

2. 방광체적 구간별 비교평가

BVI값과 CBCT값의 유의성을 보다 세분화하여 알아보기 위해 치료계획상의 방광체적을 바탕으로 125~375cc 구간을 50씩 구간별로 나누어 각 구간별로 p 값을 구하여 유의성을 Table 2에서 평가해보았다. 그 결과 방광체적이 275~325cc, 325~375cc에서 p 값이 0.248과 0.6으로 BVI와 CBCT 간의 유의성이 존재한다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 BVI 사용 시 방광을 275cc 이상 채워 사용하는 것이 더 유의할 것으로 사료된다.

3. CBCT와 plan의 방광체적 차이평가

방사선치료를 수행할 때 CBCT의 방광체적이 plan의 방

Table 3. Comparison of plan with CBCT

Division	plan	CBCT	T (p)
M (SD)	249.55 (54.01)	235.54 (99.72)	1.73 (0.087)

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

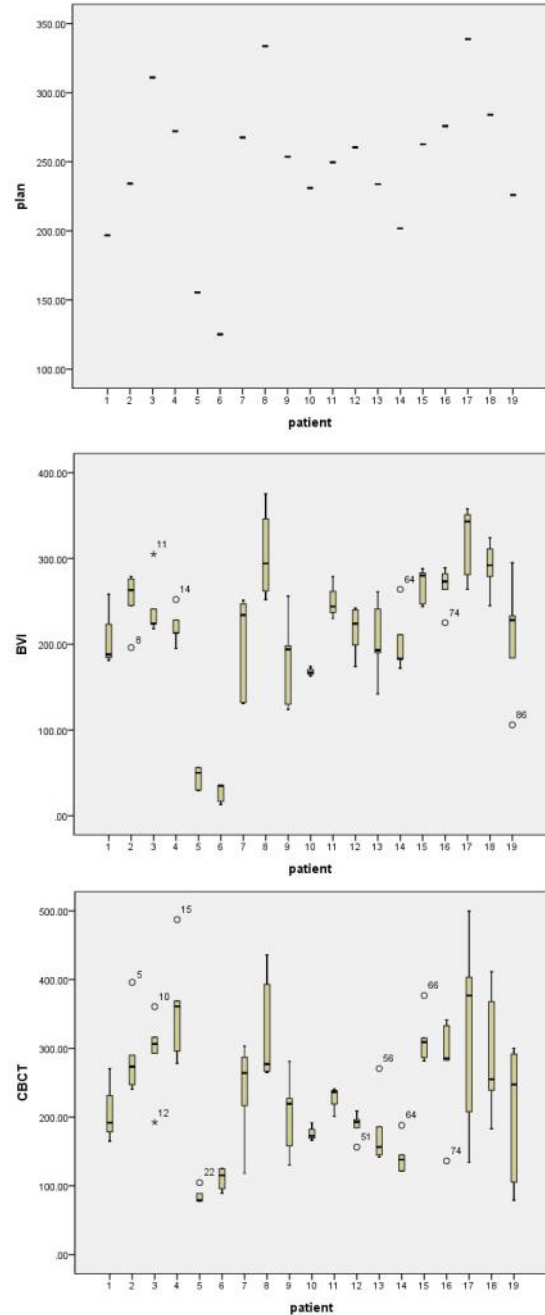


Fig. 1. Patient specific bladder volume

Table 4. Correlation between bladder volume

		Mean	SD	Correlations		
				1	2	3
1	CBCT	235.54	99.72	1		
2	BVI	214.9	83.49	.773**	1	
3	plan	249.55	54.01	.652**	.800**	1

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

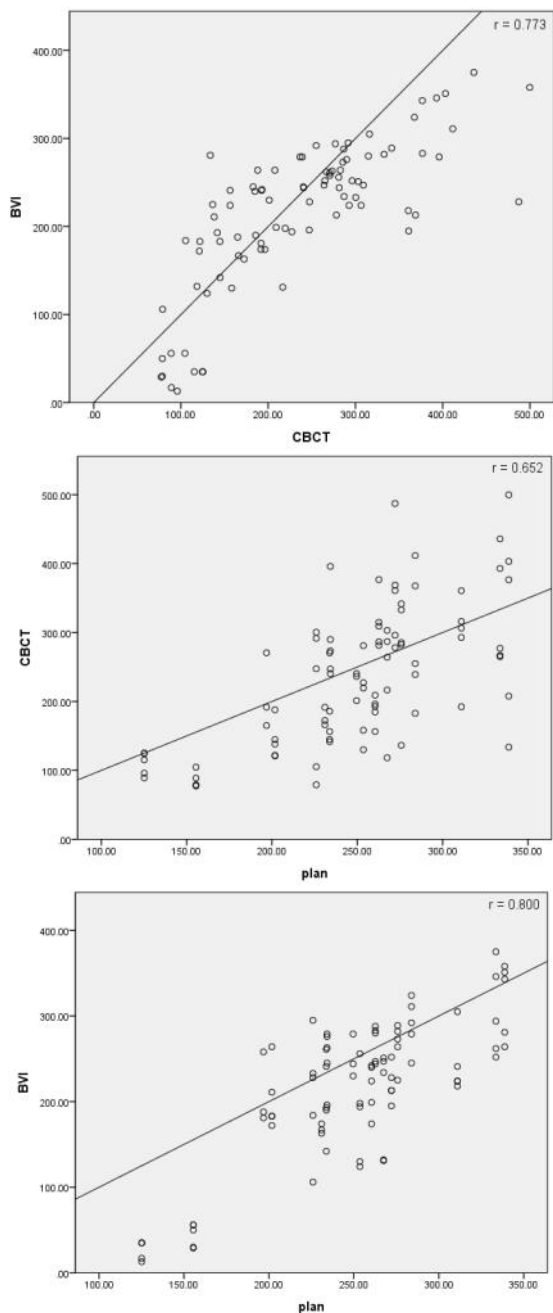


Fig. 2. Linear correlation graph of BVI, CBCT and plan

광체적과 일치하여야 내부 장기의 재현성이 유지된다. 따라서 실제 치료 시 CBCT와 plan상의 방광체적을 비교해 보았다. Table 3에서 볼 수 있듯이 CBCT와 plan 간 방광체적의 p 값이 0.087로 유의성이 있다고 판단되어 치료계획과 비슷한 방광 형태를 유지하고 있을 것으로 사료된다.

4. 환자별 BVI, CBCT, plan 값 분석

Fig. 1은 환자별로 BVI와 CBCT값의 표준편차를 나타낸 것으로 같은 환자지만 방광체적의 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 그 이유로 채우는 환자의 경우 plan 상의 방광체적과 비교하여 BVI값과의 차이가 50 이하인 경우 체적오차허용범위 안으로 방광의 체적 차이가 치료에 영향을 주지 않아 치료를 진행하였기 때문이다.⁽¹⁰⁾

또한 BVI값 측정 시 3회 측정하여 평균을 구하였고 그때 표준편차의 평균은 10.18로 나타났다.

5. BVI, CBCT, plan의 상관관계 분석

Table 4와 Fig. 2에서 BVI, CBCT, plan의 값의 상관관계를 분석한 결과 CBCT와 BVI, BVI와 plan 그리고 plan과 CBCT 사이 모두 통계적으로 유의한 정의 상관관계가 나타났다.

결론

골반부 방사선 치료 시 비뇨기계 부작용을 줄이기 위하여 방광을 채우거나 방광을 비우고 치료를 진행한다. 이러한 방광체적의 변화에 따라 직장과 전립선 등 인근장기의 위치변화와 모양변형이 나타난다. 본원에서는 치료의 정확성을 높이기 위해 BVI를 이용해 치료 전 방광체적을 측정하였다. 실험 결과 방광체적이 125~175cc인 구간에서는 큰 차이를 보였고 175~275cc인 구간에서는 작은 차이가 보였으며 275~375cc인 구간에서는 차이를 보이지 않았다. 여기에서 방광의 체적이 클수록 BVI와 CBCT 사이에 유의성이 있으나 방광의 체적이 작을 경우 BVI의 신뢰성을 얻을 수 없다고 판단되었다. 다만 전체 구간에서의 상관관계 분석결과 BVI와 CBCT 사이에 $r=0.773$ 의 유의한 정의 상관관계가 나타났으므로 방광체적이 175~275cc인 환자 치

료 시 보정 값을 사용하여 체적오차허용범위를 새로 설정하면 정확성이 더 높아질 것이다. 이와 같이 치료 시 BVI를 이용하면 150cc 이상의 방광체적을 유지하여 1등급과 2등급의 비뇨기계 부작용을 감소시킬 수 있을 것이다.⁽⁵⁾ 또한 BVI를 이용할 경우 CBCT를 이용해 방광체적을 확인할 경우에 비해 추가피폭을 막을 수 있고 시간 또한 단축시킬 수 있으므로 BVI 사용할 것이 좋을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. ICRU 50 (1993)–Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy.
2. Faiz M, Khan, Bruce J, Gerbi –“Treatment Planning in Radiation Oncology third edition.” Wolters Kluwer; Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
3. Faiz M, Khan –“The Physics of Radiation Therapy, fourth edition.” Wolters Kluwer; Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
4. Gong, Jong Ho–Bladder volume variations of cervical cancer patient in radiation therapy using ultrasonography, 2016.
5. Lee J, Suh HS, Lee K, Lee R, Kim M–The Impact of Bladder Volume on Acute Urinary Toxicity during Radiation Therapy for Prostate Cancer, 2008.
6. Jung–Whan Min, Kyung–Tae Kwon–Comparison of Doses According to Change of Bladder Volume in Treatment of Prostate Cancer, 2017.
7. Rena Lee, Jihye Lee, Kyung–Ja Lee and Young Hoon Ji–Bladder Volume Variations in Patients Receiving Conformal Radiotherapy to Prostate, 2008.
8. Seong Soo Bae, Sun Myoung Bae, Jin San Kim, Tae Young Kang, Geum Mun Back, Kyung Tae Kwon–The Investigation Image–guided Radiation Therapy of Bladder Cancer Patients, 2012.
9. Kyung–Ja Lee–Results of Radiation Therapy for Carcinoma of the Uterine Cervix, 1995.
10. Dong Kap Sang, Back Chang Wook, Jeong Yun Jeong, Bae Jae Beom, Choi Young Eun, Sung Ki Hoon–Inter–fractional Target Displacement in the Prostate Image–Guided Radiotherapy using Cone Beam Computed Tomography, 2016.

A comparison of bladder volume by sonogram and CBCT for Pelvic region cancer

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

Son Seong Ho, Park Ha Ryung, Baek Jung Jin, Son Jong Ki, Choi Min Ho

Purpose: During the pelvic radiation therapy, it is performed with controlling bladder volume because the range of irradiation is changed depending on the bladder volume. Therefore in this study, we evaluate the accuracy of BVI by tracing the change of bladder volume using ultrasonic pulse diagnosis equipment(BVI 6100, Medical supply Co. LTD)

Material and Methods: From January 2017 to September 2018, 19 patients who received pelvic radiation therapy at Pusan National University Hospital were included. To treat the patient, we compared that the bladder volume obtained from the BVI and the bladder volume obtained from the CBCT image then we evaluated for significance.

Results: There was a significant correlation of $r=0.773$, BVI and CBCT in the whole volume section. However, based on the bladder volume in the RTP Image the p value was shown to be 0 at 125-175cc and lower than 0.05 at 175-275cc, And more than 0.05 at 275-375cc.

Conclusions: In this study, the patient whose bladder volume is above than 275cc, there is a significance of bladder volume between BVI and CBCT image.

However, we could make a decision to be undermined the reliability of BVI measurement in the case of the patient with emptied his urine.

Therefore, it is possible to acquire a significant value for 175-275cc patients to use the correction value of BVI and the appropriate tolerance of volume.

▶**Keywords:** Pelvic region radiation therapy, CBCT, BVI, Sonogram, Bladder volume