

<원저>

전립선암 치료 시 방광의 용적 변화에 따른 선량의 비교 평가

- Comparison of Doses According to Change of Bladder Volume in Treatment of Prostate Cancer -

1)동남보건대학교 방사선과·2)신구대학교 방사선과

권경태¹⁾·민정환²⁾

— 국문초록 —

전립선암에서 방사선치료의 경우 직장의 선량을 감소시키기 위하여 항문을 통하여 일정한 양의 공기를 주입한 풍선을 이용한다. 이런 이유로 전립선암의 방사선치료는 매일 영상유도를 하기 위하여 CBCT를 획득하고 있다. 치료 전 처음 촬영한 전산화단층촬영과 가장 비슷한 상태의 해부학적 구조를 유지시키기 위하여 전치치를 하고 있지만 완벽하게 일치된다고 할 수 없다. 두 명의 실제 치료계획에서는 방광의 용적은 45.82 cc와 63.43 cc 및 등가직경 4.4 cm, 4.9 cm로 측정되었다. 본 연구의 20회 CBCT 결과에서 방광의 용적은 평균 56.2 cc, 105.6cc로 평가되었다. 치료계획 전산화단층촬영에서 평가된 선량과 A 환자의 기준으로 정한 CBCT의 선량은 PTV Mean dose는 1.74%, Bladder Mean dose는 96.67%의 차이로 평가되었으며, B 환자의 경우 PTV Mean dose는 4.31%, Bladder Mean dose는 97.35%의 차이로 평가되었다. 방광의 용적의 변화에 따라 PTV와 방광의 선량변화가 발생한다는 것을 알 수 있었다. 방광의 용적의 변화에 따른 방광 선량의 상관계수 값은 평균선량 $R^2 = -0.94$ 의 선형성을 나타냈다. 방광의 용적변화에 따른 PTV선량의 상관계수 값은 평균선량 $R^2 = 0.04$ 의 선형성을 나타냈다. 방광 용적의 변화에 따라 PTV의 선량 변화가 방광의 선량변화보다 더 크다는 것을 알 수 있었다.

중심 단어: 전립선암, 영상유도방사선치료, 선량, 상관계수

I. 서 론

최근 10년간 우리나라의 남성 암 발병률에서 5위를 차지하고 있을 정도로 전립선암 환자의 발생이 많아지고 있는 추세이다[1]. 방사선치료 장비의 개발과 기술의 비약적인 발전으로 종양에는 계획된 최대한 많은 방사선을 조사하고, 반면 주변 정상조직에는 방사선 조사가 최소화되면서 방사선치료에 따른 부작용도 최소화되고 있다[2,3]. 특히 전립선암의 경우 방사선 반응이 매우 좋은 것으로 알려져 왔으며[4-6], 방사선치료 시 직장 안에 직장풍선(Rectal

balloon)을 삽입하여 사용함으로써 전립선의 움직임을 적게 하고, 직장 벽에 들어가는 선량을 최소화 할 수 있다[7,8]. 또한 방광의 용적을 최대한 일정하게 유지하기 위하여 치료 직전에 환자가 소변을 보고 치료를 진행한다. 전립선암 방사선치료 시 직장풍선의 위치와 공기의 양이 전립선의 방사선량에 큰 변화를 유발하기 때문에 매우 중요하지만 방광의 용적(volume) 변화에 따른 전립선의 위치변화와 방광의 선량의 변화 등 치료계획의 불확실성 증가도 생각해 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 전립선암 치료를 받은 환자 중에 무작위로 두 환자를 선택하였다. 두 환자의 영상유도방사선

This paper is performed by the will support Dongnam Health University 2017

Corresponding author: Kyung-Tae Kwon, Department of Radiologic Technology, Dongnam Health University, 50, CheonCheon-ro 74-gil, Jangan-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Korea, 16328 / Tel: 82-31-249-6404 / E-mail: ktkwon@dongnam.ac.kr

Received 28 August 2017; Revised 19 September 2017; Accepted 20 September 2017

〈Table 1〉 Bladder Volume and Equivalent Sphere Diameter of A patient's CBCT

A patient's CBCT No.	Bladder	
	Volume(cc)	Equivalent Shpere Diameter(cm)
1	44.2	4.4
2	49.1	4.5
3	74.9	5.2
4	66.8	5.0
5	71.4	5.1
6	95.1	5.7
7	80.1	5.3
8	89.7	5.6
9	47.7	4.5
10	50.6	4.6
11	47.9	4.5
12	41.3	4.3
13	43.4	4.4
14	48.3	4.5
15	51.4	4.6
16	41.5	4.3
17	41.6	4.3
18	47.7	4.5
19	46.0	4.4
20	44.4	4.4
Mean±SD	56.2±17.0	4.7±0.4
reference	45.8	4.4

〈Table 2〉 Bladder Volume and Equivalent Sphere Diameter of B patient's CBCT

B patient's CBCT No.	Bladder	
	Volume(cc)	Equivalent Shpere Diameter(cm)
1	243.2	7.7
2	74.5	5.2
3	66.7	5.0
4	68.0	5.1
5	80.7	5.4
6	154.8	6.7
7	47.7	4.5
8	166.1	6.8
9	71.0	5.1
10	96.1	5.7
11	69.9	5.1
12	65.8	5.0
13	219.7	7.5
14	73.1	5.2
15	124.9	6.2
16	125.9	6.2
17	59.3	4.8
18	61.5	4.9
19	179.3	7.0
20	63.6	5.0
Mean±SD	105.6±57.7	5.7±1.0
reference	63.4	4.9

〈Table 3〉 PTV dose(Min, Max, Mean) of A patient's CBCT

A patient's CBCT No.	PTV		
	Min Dose(cGy)	Max Dose(cGy)	Mean Dose(cGy)
1	5715.5	7325.9	6826.7
2	5575.8	7302.0	6816.3
3	5868.7	7337.1	6831.8
4	5365.7	7369.8	6810.0
5	5247.1	7329.1	6811.5
6	5593.4	7359.9	6811.1
7	5650.7	7307.0	6800.2
8	5325.2	7310.8	6794.4
9	5712.5	7302.1	6797.4
10	5643.0	7283.5	6774.8
11	5430.9	7313.1	6803.8
12	5810.8	7293.7	6780.9
13	5529.6	7302.6	6802.1
14	5446.6	7299.9	6798.1
15	5814.1	7296.7	6808.6
16	5839.3	7288.8	6811.8
17	5785.2	7333.8	6814.3
18	5553.0	7306.4	6818.9
19	5744.1	7295.0	6806.8
20	5631.4	7337.1	6822.7
Mean	5328.4	7314.7	6807.1
reference	5535.4	7253.1	6690.0

〈Table 4〉 PTV dose(Min, Max, Mean) of B patient's CBCT

B patient's CBCT No.	PTV		
	Min Dose(cGy)	Max Dose(cGy)	Mean Dose(cGy)
1	3561.2	5118.1	4751.3
2	3536.1	5111.3	4750.1
3	3520.2	5083.3	4738.7
4	3473.4	5107.9	4739.1
5	3505.5	5100.0	4721.8
6	3540.0	5121.5	4751.5
7	3516.5	5119.0	4746.7
8	3576.8	5116.6	4760.2
9	1812.5	5120.2	4194.8
10	3474.3	5118.8	4744.3
11	3465.0	5111.0	4748.9
12	3517.6	5114.8	4747.6
13	3572.2	5108.1	4740.3
14	3529.1	5141.9	4752.2
15	3525.7	5092.2	4748.4
16	3475.7	5138.1	4752.7
17	3543.0	5135.9	4764.2
18	3533.3	5110.7	4754.2
19	3530.6	5094.9	4729.5
20	3518.9	5120.1	4748.0
Mean	3436.4	5114.2	4719.2
reference	3322.9	4787.0	4524.1

〈Table 5〉 Evaluation of PTV and Bladder dose according to treatment plan image and CBCT of each patient

unit: cGy

		PTV			Bladder		
		Min±SD	Max±SD	Mean±SD	Min±SD	Max±SD	Mean±SD
A patient's	CBCT	5614.1±180.2	7314.7±23.4	6807.1±14.0	2428.3±904.3	7298.6±39.1	5889.9±474.3
	Reference	5535.4	7253.1	6690.0	2998.8	7253.1	6092.5
B patient's	CBCT	3436.4±383.5	5114.2±14.7	4719.2±123.8	1873.9±425.9	5099.0±17.9	4037.5±408.3
	Reference	3322.9	4787.0	4524.1	2096.7	4747.8	4147.5

〈Table 6〉 Correlation coefficient between Bladder volume and Bladder dose of A patient's CBCT

A patient	Bladder volume - Bladder dose		
	Bladder Volume	Min Dose(cGy)	Max Dose(cGy)
44.2	3041.5	7235.3	6826.7
49.1	3017.3	7228.1	6091.4
74.9	1538.2	7337.1	5349.2
66.8	2410.8	7369.8	5631.1
71.4	1297.2	7321.7	5462.8
95.1	611.6	7359.9	4936.1
80.1	800.1	7307.0	5226.2
89.7	594.9	7310.8	4994.9
47.7	2930.0	7255.8	6101.8
50.6	2903.6	7268.7	5946.1
47.9	3053.2	7251.4	6095.5
41.3	2955.1	7293.7	6104.9
43.4	2961.1	7302.6	6191.5
48.3	2885.4	7299.9	6036.6
51.4	2435.1	7296.7	5931.5
41.5	3035.8	7263.0	6203.7
41.6	3043.0	7333.8	6204.9
47.7	2972.6	7306.4	6097.3
45.9	3056.9	7295.0	6161.3
44.4	3022.2	7335.6	6204.2
Mean	2428.3	7298.6	5889.9
R ²	-0.97	0.52	-0.94

되었으며, CBCT에서 방광의 평균선량은 Min Dose 2428.3 cGy, Max Dose 7298.6 cGy, Mean Dose 5889.9 cGy로 평가되었다(〈Table 5〉).

기준 CT에서 B환자의 PTV의 선량은 Min Dose 3322.9 cGy, Max Dose 4787.0 cGy, Mean Dose 4524.1 cGy로 평가되었으며, CBCT에서 PTV의 평균선량은 Min Dose 3436.4 cGy, Max Dose 5114.2 cGy, Mean Dose 4719.2 cGy로 평가되었다(〈Table 4〉). 방광의 기준 선량은 Min Dose 2096.7 cGy, Max Dose 4747.8 cGy, Mean Dose 4147.5 cGy로 평가되었으며, CBCT에서 방광의 평균선량은 Min Dose 1873.9 cGy, Max Dose 5099.0 cGy, Mean Dose 4037.5 cGy로 평가되었다(〈Table 5〉).

〈Table 7〉 Correlation coefficient between Bladder volume and PTV dose of A patient's CBCT

A patient	Bladder volume - PTV dose		
	Bladder Volume	Min Dose(cGy)	Max Dose(cGy)
44.2	5715.5	7325.9	6826.7
49.1	5575.8	7302.0	6816.3
74.9	5868.7	7337.1	6831.8
66.8	5365.7	7369.8	6810.0
71.4	5247.1	7329.1	6811.5
95.1	5593.4	7359.9	6811.1
80.1	5650.7	7307.0	6800.2
89.7	5325.2	7310.8	6794.4
47.7	5712.5	7302.1	6797.4
50.6	5643.0	7283.5	6774.8
47.9	5430.9	7313.1	6803.8
41.3	5810.8	7293.7	6780.9
43.4	5529.6	7302.6	6802.1
48.3	5446.6	7299.9	6798.1
51.4	5814.1	7296.7	6808.6
41.5	5839.3	7288.8	6811.8
41.6	5785.2	7333.8	6814.3
47.7	5553.0	7306.4	6818.9
45.9	5744.1	7295.0	6806.8
44.4	5631.4	7337.1	6822.7
R ²	-0.37	0.49	0.04

3. 방광의 용적의 변화에 따른 방광의 선량과 PTV선량의 상관관계

A환자의 방광의 용적변화에 따른 방광의 선량의 상관관계 수 값은 Bladder volume-bladder Min dose의 R²= -0.97, Bladder volume-bladder Max dose의 R²= 0.52, Bladder volume-bladder Mean dose의 R²= -0.94의 선형성을 나타냈다(〈Table 6〉).

방광의 용적변화에 따른 PTV선량의 상관관계 수 값은 Bladder volume-PTV Min dose의 R²= -0.37, Bladder volume-PTV Max dose의 R²= 0.49, Bladder volume-PTV Mean dose의 R²= 0.04의 선형성을 나타냈다(〈Table 7〉).

B환자의 방광의 용적변화에 따른 방광의 선량의 상관관계

〈Table 8〉 Correlation coefficient between Bladder volume and Bladder dose of B patient's CBCT

B patient	Bladder volume - Bladder dose		
	Bladder Volume	Min Dose(cGy)	Max Dose(cGy)
243.2	1611.8	5088.8	3402.1
74.5	1743.8	5070.2	4224.8
66.7	2021.7	5068.5	4330.5
68.7	2012.0	5069.6	4338.8
80.7	1737.7	5076.9	4078.3
154.8	1632.5	5112.4	3593.2
47.7	1959.0	5111.4	4538.9
166.1	1664.3	5095.2	3564.7
71.0	3561.7	5120.2	4741.8
96.1	1710.9	5118.2	3947.7
69.9	1809.2	5098.7	4233.9
65.8	1729.8	5104.7	4239.0
219.7	1624.8	5099.8	3408.1
73.1	1859.4	5104.0	4173.3
124.9	1662.3	5092.2	3744.8
125.9	1677.5	5118.3	3686.1
59.3	1770.0	5119.0	4315.4
61.5	1909.5	5110.7	4362.8
179.3	1631.5	5081.4	3434.7
63.6	2149.4	5119.1	4390.1
Mean	1873.9	5099.0	4037.5
R ²	-0.39	0.25	-0.92

수 값은 Bladder volume-bladder Min dose의 R² = -0.39, Bladder volume-bladder Max dose의 R² = 0.25, Bladder volume-bladder Mean dose의 R² = -0.92의 선형성을 나타냈다〈Table 8〉.

방광의 용적변화에 따른 PTV선량의 상관계수 값은 Bladder volume-PTV Min dose의 R² = 0.18, Bladder volume-PTV Max dose의 R² = -0.10, Bladder volume-PTV Mean dose의 R² = 0.13의 선형성을 나타냈다〈Table 9〉.

IV. 고 찰

본 연구에서 영상유도 방사선 치료(Image Guided Radio therapy)로 획득한 CBCT 영상을 이용하여 전립선암 치료 시 직장풍선의 위치와 방광의 용적확인이 가능해졌으며 방광의 용적변화에 따른 치료계획과의 차이를 비교해 보는 실험을 수행 하였다. A환자의 20개의 CBCT 영상에서 방광의 용적은 치료계획 시 용적보다 적게는 90.2%, 많게는 208.2% 차이를 보였으며 B 환자의 경우 적게는 93.5%, 많게는 383.6%의 큰 차이를 보였다. 물론 방사선치료 전 환자에게 충분한 전처

〈Table 9〉 Correlation coefficient between Bladder volume and PTV dose of B patient's CBCT

B patient	Bladder volume - PTV dose		
	Bladder Volume	Min Dose(cGy)	Max Dose(cGy)
243.2	3561.2	5118.1	4751.3
74.5	3536.1	5111.3	4750.1
66.7	3520.2	5083.3	4738.7
68.7	3473.4	5107.9	4739.1
80.7	3505.5	5100.0	4721.8
154.8	3540.0	5121.5	4751.5
47.7	3516.5	5119.0	4746.7
166.1	3576.8	5116.6	4760.2
71.0	1812.5	5120.2	4194.8
96.1	3474.3	5118.8	4744.3
69.9	3465.0	5111.0	4748.9
65.8	3517.6	5114.8	4747.6
219.7	3572.2	5108.1	4740.3
73.1	3529.1	5141.9	4752.2
124.9	3525.7	5092.2	4748.4
125.9	3475.7	5138.1	4752.7
59.3	3543.0	5135.9	4764.2
61.5	3533.3	5110.7	4754.2
179.3	3530.6	5094.9	4729.5
63.6	3518.9	5120.1	4748.0
R ²	0.18	-0.10	0.13

치에 대하여 안내를 하지만 적절하게 전처치가 시행되지 않았거나 환자 상태로 인해 소변보는 것이 어려운 경우도 있었다. 각 방광의 용적 변화에 따른 CBCT 영상간에 PTV와 방광 선량의 영향을 Mean Dose로 비교하였다. 치료계획 CT에서 평가된 선량과 A 환자의 CBCT의 선량은 PTV Mean dose는 1.74%, Bladder Mean dose는 96.67%의 차이가 평가되었으며, B환자의 경우 PTV Mean dose는 4.31%, Bladder Mean dose는 97.35%의 차이로 평가되었다. 방광의 용적의 변화에 따라 PTV와 방광의 선량변화가 발생된다는 것을 알 수 있었다. 결과 값에서 분석한 것처럼 A환자의 방광용적 변화에 따른 PTV와 방광 선량의 상관계수값이 Bladder volume-PTV Min dose의 R² = -0.37, Bladder volume-PTV Max dose의 R² = 0.49, Bladder volume-PTV Mean dose의 R² = 0.04 대비 Bladder volume-bladder Min dose의 R² = -0.97, Bladder volume-bladder Max dose의 R² = 0.52, Bladder volume-bladder Mean dose의 R² = -0.94의 높은 상관계수값으로 확인할 수 있다. B환자의 경우도 방광의 용적변화에 따른 PTV와 방광선량의 상관계수 값이 Bladder volume-PTV Min dose의 R² = 0.18, Bladder volume-PTV Max dose의 R² = -0.10, Bladder volume-PTV Mean dose의 R² = 0.13 대비 Bladder volume-bladder Min dose의 R² = -0.39,

Bladder volume-bladder Max dose의 $R^2=0.25$, Bladder volume-bladder Mean dose의 $R^2=-0.92$ 값으로 방광의 용적의 변화에 따른 PTV와 방광의 선량의 추이도 확인할 수 있었다.

V. 결 론

전립선암 치료에서 매번 치료마다 치료 전 획득한 CBCT를 이용하여 환자의 방광의 용적 변화와 방광의 용적 변화에 따라 전립샘과 방광의 선량을 평가할 수 있었다. 치료 계획에 사용된 CT가 아닌 치료실에서 획득한 CBCT를 이용하여 선량 계산을 하였다. 치료계획 CT에서 평가된 선량과 A환자의 기준으로 정한 CBCT의 선량은 PTV Mean dose는 1.74%, Bladder Mean dose는 96.67%의 차이가 평가되었으며, B환자의 경우 PTV Mean dose는 4.31%, Bladder Mean dose는 97.35%의 차이를 확인할 수 있었다. B환자의 경우 고령으로 인해 전처치가 용이하지 않아 선량의 변화가 좀 더 많음을 알 수 있었다. 방광 용적의 변화에 따른 방광 선량의 상관계수 값은 평균선량 $R^2=-0.94$, 방광의 용적변화에 따른 PTV선량의 상관계수 값은 평균선량 $R^2=0.04$ 의 선형성을 나타냈다. 방광 용적의 변화에 따라 PTV의 선량 변화(1.74%에서 4.31%)가 방광의 선량변화(96.67%에서 97.35%)보다 더 크다는 것을 알 수 있었다. 적용한 환자군이 많지 않으므로 보다 많은 환자군을 대상으로 하는 것이 일반화하기 용이할 것 같다. 본 연구에서 phantom영상이 아닌 CBCT영상을 이용하여 방광 용적에 따른 선량적 차이를 확인할 수 있는 연구라는 점에서 전립선암 방사선치료 시 환자의 전처치 상태가 매우 중요하다고 판단되므로 치료 전에 꼭 정확한 전처치가 필요하다고 사료된다.

REFERENCES

- [1] Kyu-Won Jung, Young-Joo Won, Hyun-Joo Kong, et al.: Cancer Statistics in Korea Incidence, Mortality, Survival, and Prevalence in 2012 Cancer Research and Treatment, Official Journal of Korean Cancer Association, 47(2), pp. 127-141, 2015.
- [2] Michael J. Zelefsky, Zvi Fuks, Laura Happersett, Henry J. Leea, et al.: Clinical experience with intensity modulated radiation therapy (IMRT) in prostate cancer. Radiotherapy and Oncology, (55), pp. 241-249, 2000.
- [3] Michael J Zelefsky, Zvi Fuks, Margie Hunt, et al.: High-dose intensity modulated radiation therapy for prostate cancer: early toxicity and biochemical outcome in 772 patients. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics, 53, pp. 1111-1116, 2002.
- [4] A. Pollack, G.K. Zagars: External beam radiotherapy dose response of prostate cancer. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys, (39), pp. 1011-1018, 1997.
- [5] C.E. Hanks, A.L. Hanlon, T.E. Schultheiss, et al.: Dose escalation with 3D conformal treatment: Five year outcomes, treatment optimization, and future directions. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys, (41), pp. 501-510, 1998.
- [6] M.J. Zelefsky, S.A. Leibel, P.B. Gaudin, et al.: Dose escalation with three-dimensional conformal radiation therapy affects the outcome in prostate cancer. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys, (41), pp. 491-500, 1998.
- [7] Teh BS, Dong L, McGary JE, et al.: Rectal wall sparing by dosimetric effect of rectal balloon used during intensity-modulated radiation therapy (IMRT) for prostate cancer. Med Dosim, 30(1)1, pp. 25-30, 2005.
- [8] Wachter S, Gerstner N, Dorner D, et al.: The influence of a rectal balloon tube as internal immobilization device on variations of volumes and dose-volume histograms during treatment course of conformal radiotherapy for prostate cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 52(1), pp. 91-100, 2002.
- [9] Yong Yang, Eduard Schreiber, Tianfang Li, Chuang Wang and Lei Xing : Evaluation of on-board kV cone beam CT (CBCT)-based dose calculation. Physics in Medicine & Biology, Volume 52, Number 3.
- [10] Anne Richter Email author, Qiaoqiao Hu, Doreen Steglich, et al.: Investigation of the usability of conebeam CT data sets for dose calculation, Radiation Oncology, 3:42, 2008. DOI: 10.1186/1748-717X-3-42© Richter et al; licensee BioMed Central Ltd. 2008
- [11] Chen S, Le Q, Mutaf Y, et al. J Appl Clin Med Phys, Jul 13. doi: 10.1002/acm2.12127, 2017 [Epub ahead of print], Feasibility of CBCT-based dose with a pa-

- tient-specific stepwise HU-to-density curve to determine time of replanning.
- [12] Pearson D, Gill SK, Campbell N, Reddy K. *J Appl Clin Med Phys*, Nov;17(6):107-117, doi: 10.1120/jacmp.v17i6.6207, Dosimetric and volumetric changes in the rectum and bladder in patients receiving CBCT-guided prostate IMRT: analysis based on daily CBCT dose calculation, 2016.
- [13] Yohannes I, Prasetyo H, Kallis K, Bert C. *J Appl Clin Med Phys*, Jul;17(4):106-113. doi: 10.1120/jacmp.v17i4.6194, Dosimetric accuracy of the cone-beam CT-based treatment planning of the Vero system: a phantom study, 2016
- [14] Dunlop A, McQuaid D, Nill S, et al. *Strahlenther Onkol*, Dec;191(12):970-8, doi: 10.1007/s00066-015-0890-7, Epub Sep 24, Comparison of CT number calibration techniques for CBCT-based dose calculation, 2015.

•Abstract

Comparison of Doses According to Change of Bladder Volume in Treatment of Prostate Cancer

Kyung-Tae Kwon¹⁾·Jung-Whan Min²⁾

¹⁾*Department of Radiologic Technology, Dongnam Health University*

²⁾*Department of Radiological Technology, Shingu University*

In the case of radiation therapy for prostate cancer, a balloon infused with a certain amount of air through the anus is used to reduce rectal dose.

Because of the reason, radiation therapy for prostate cancer has acquired CBCT for daily image induction. In order to maintain the anatomical structure most similar to the first CT taken before treatment, it is pretreated, but it can not be said to be perfectly consistent. In two actual treatment regimens, the volume of the bladder was measured as 45.82 cc and 63.43 cc, and the equivalent diameter was 4.4 cm and 4.9 cm. As a result of this study, the mean volume of the bladder was estimated to be 56.2 cc, 105.6 cc by 20 CBCT. The mean dose of CBCT was 1.74% and the mean Bladder mean dose was 96.67%. In case B, PTV mean dose was 4.31%, Bladder mean Dose was estimated to be 97.35%. The changes in the volume of the bladder resulted in changes in the dose of PTV and bladder. The correlation coefficient of bladder dose according to the change of bladder volume showed linearity of mean dose $R^2 = -0.94$. The correlation coefficient of the PTV dose according to the volume change of the bladder showed linearity of mean dose $R^2 = 0.04$. It was found that the dose change of PTV was larger than that of bladder according to the change of bladder volume.

Key Words : Prostate cancer, Image-Guided Radiation Therapy, Dose, Correlation coefficient