

자궁경부암 강내조사 3차원 치료계획 시 Packing의 유용성 분석

국립암센터 양성자치료센터

시창근, 조정근, 이두현, 김선영, 김태윤

목 적 : CT영상을 이용한 삼차원치료계획을 수립하여 방광과 직장의 점선량(point dose)과 체적선량(volume dose)에 대해 선량-체적 히스토그램(Dose-Volume Histogram)을 이용하여 자궁경부암의 강내치료에 사용하는 packing의 효과를 분석하였다.

대상 및 방법 : 자궁경부암 환자 7명을 대상으로 하여 동일조건하에서 packing을 시행했을 때와 제거했을 때 각각 CT촬영(Ultra Z, marconi, USA)을 하여 치료계획장치(Plato Brachy the Rapy V14.2.4)에서 방광과 직장의 reference point를 각각 표시하고 ICRU38에 따라 A point에 치료계획을 시행하였다. 하지만 rectum의 경우 ICRU에서 제시한 point가 rectum 선량을 대표할 수 있는 값으로 적절하지 않기 때문에 maximum point를 찾아 비교하였다. 그리고 rectum과 bladder의 50%, 80%, 100%선량의 volume에 따른 체적선량을 알아보았다. 측정한 값들을 월콕슨 부호검정(SAS 통계분석처리 프로그램)을 통하여 packing의 효과를 분석하였다.

결 과 : Packing 제거 시에서의 방광과 직장의 reference point 선량은 $116.94 \pm 35.42\%$, $117.59 \pm 21.08\%$ 이었고, packing 시행한 경우에는 각각 $107.08 \pm 38.12\%$, $95.19 \pm 21.32\%$ 이었다. Packing시행 후에 방광은 9.86%, 직장은 22.4%감소하였다. Packing제거시의 방광과 직장 maximum point 선량은 $164.51 \pm 50.89\%$, $128.81 \pm 33.05\%$, packing시행한 경우 각각 $142.31 \pm 44.79\%$, $110.08 \pm 37.03\%$ 이었다. packing시행 후에 방광과직장 maximum point 선량이 22.2%, 18.73%줄어들었다. packing제거시 방광과 직장선량의 50%, 80%, 100%선량의 volume은 방광이 $48.62 \pm 18.09\%$, $16.12 \pm 11.15\%$, $7.51 \pm 6.63\%$, 직장이 $23.41 \pm 14.44\%$, $6.27 \pm 4.28\%$, $2.79 \pm 2.27\%$ 이었고, packing시행한 경우의 50%, 80%, 100%선량의 volume은 방광이 $40.33 \pm 16.72\%$, $11.63 \pm 8.72\%$, $4.87 \pm 4.75\%$, 직장이 $18.96 \pm 8.37\%$, $4.75 \pm 2.58\%$, $1.58 \pm 1.06\%$ 이었다. packing시행 후에 50%, 80%, 100%선량의 volume 방광은 8.29%, 4.49%, 2.64%, 직장은 4.45%, 1.52%, 1.21% 감소하였다.

결 론 : 자궁경부암의 강내치료 시 사용하는 packing의 효과를 CT를 이용한 삼차원치료계획을 통하여 알아본 결과 ICRU 38에서 권고하는 방광과 직장의 기준 점선량(reference point dose)의 경우 P값이 각각 0.0781, 0.0781이었고, 최대점선량(maximum point dose)은 P값이 각각 0.0156, 0.0156으로써 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났으나 50%, 80%, 100%를 초과하는 체적선량(volume dose)의 경우 p값이 0.150이상으로써 유의하지 않은 것으로 나타났다. 다시 말해서 packing의 효과가 점선량의 경우 차이가 있는 것으로 보이지만 실제 체적선량은 별 차이가 없는 것으로 분석되었다. 그 이유를 살펴보니 방광과 직장의 용적(volume)은 넓은데 비해 packing을 하는 부분은 일부분에 지나지 않아서 큰 선량감소의 효과가 없었던 것으로 보인다. 하지만 방사선의 강도는 거리 역 제곱에 비례하므로 거리가 멀면 멀수록 방사선의 강도는 약해진다. 따라서 packing을 실시하여 방광과 직장의 장해를 최소화하는데 노력을 기울여야 할 것이다.

핵심용어 : 강내조사, 점선량, 체적선량, packing 효과

I. 서 론

자궁경부암의 방사선치료에는 외부방사선치료(EBRT: external beam radiotherapy)와 강내방사선치료(ICR: Intracavitary irradiation)로 이루어진다. 자궁경부암의 강내조사는 신체에 있는 강(cavity)내에 있는 종양에 동위원소를 근접시키거나 직접 삽입하는 방식으로 기구(applicator)설치의 어려움이 있지만 종양에 고선량을 직접 조사하고 주위의 정상조직에는 상대적으로 손상의 정도를 적게 하면서 치료효과를 향상시킬 수가 있어 그 활용도가 늘어나고 있다. 그러나 주변 장기를 고려하지 않은 고선량 치료는 종양치료의 장점은 있으나 직장과 방광에 장해를 일으킬 수 있으므로 이를 고려한 최적의 선량이 조사되어야 한다. 이러한 최적의 선량을 이루기 위해 강내 기구(applicator) 설치 시 packing을 실시한다. packing은 원래 두 가지 목적을 달성하기 위하여 실시하는데 첫째는 applicator를 고정하기 위함이고, 둘째는 방광과 직장을 되도록 선원에서 멀리 하여 정상조직에 피폭되는 선량을 최소화하여 장해를 줄이기 위함이다. 이런 packing의 유용성을 알아보기 위해 동일조건에서의 packing 시행 시와 packing제거시의 CT를 촬영하여 reference point dose와 maximum point dose 그리고 rectal volume과 bladder volume을 비교하였다.

II. 대상 및 방법

1. 실험장비 및 재료

- PLATO Brachytherapy V14.2.4(Nucletron, Netherland)
- Fletcher Williamson Applicator set(Nucletron, Netherland)
- Contrast Ultravist 30cc (Schering Germany)
- CT-Simulator(Ultra Z, Marconi, USA)

- Unshielded Applicator에 맞는 Ovoid Cap (국립암센터 의공과 제작)

2. 방법

자궁경부암환자 중 강내 치료를 시행하는 환자 7명을 대상으로 하였다. 환자가 강내 모의치료를 실시하는데 2D(conventional simulation)모의치료를 실시한 다음 동일조건인 상태에서 환자를 CT-sim방으로 옮겨서 환자가 packing된 상태에서 CT의 scout사진을 촬영하여 2D 모의치료사진의 AP, LAT사진을 비교하여 동일조건인 것을 확인한 후 CT촬영하였고, 동일 상태에서 packing만 제거하여 CT의 scout사진을 촬영하여 모의치료사진의 AP, LAT사진을 비교하여 동일조건인 것을 확인한 후 packing제거한 영상을 촬영하였다. 이렇게 촬영한 CT영상을 가지고 ICRU 38 report에서 권고한 A point에 100%선량이 되도록 하는 치료계획을 시행하였고 ICRU 38 report에서 권고한 방광과 직장의 기준점(reference point)를 각각 표시하였다.(그림 1, 2) ICRU 38에서 권고한 방광과 직장의 기준점(reference point)이 전체의 방광과 직장의 선량을 대표할 수 없다고 생각되어 방광과 직장의 CT영상 중에서 여러곳의 point를 정하여 가장 높은 선량이 나오는 곳을 maximum point로 정하였다.(그림 3) 그리고 삼차원치료계획의 장점인 DVH(dose volume histogram)을 이용하여 방광과 직장의 50%, 80%, 100%선량의 volume을 비교하였다. 측정한 값들은 통계검증을 위하여 월록순순위검정(SAS 통계분석 처리 프로그램)을 이용하여 packing의 효과의 유의성을 분석하였다.

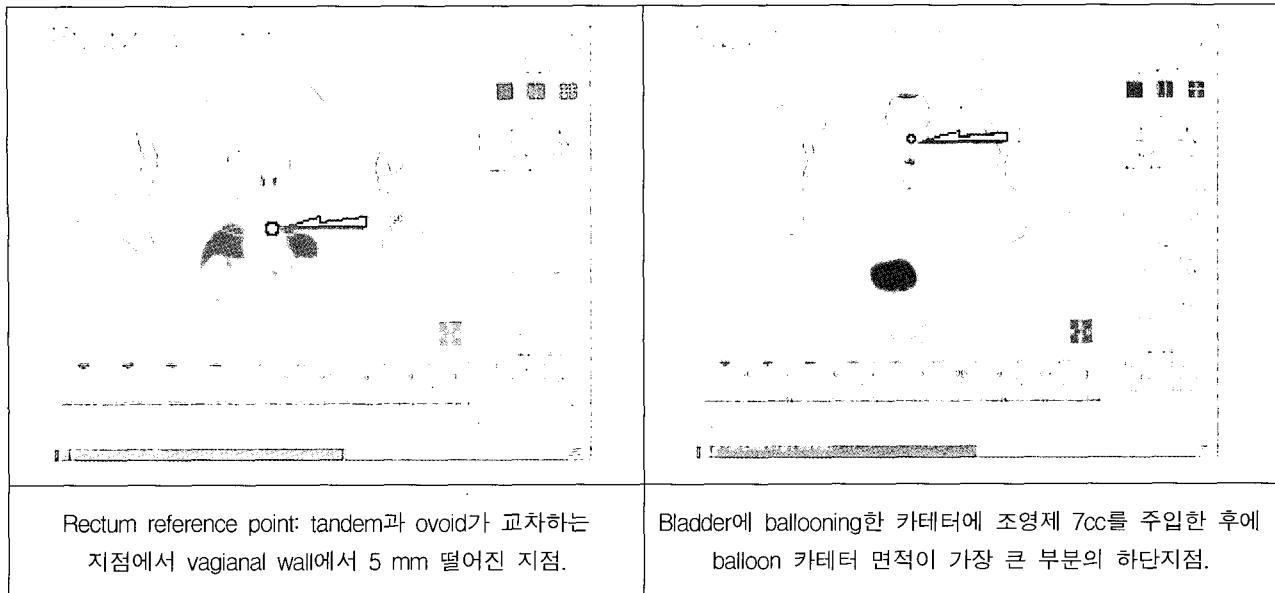


Fig. 1. ICRU 38의 Reference Point with packing

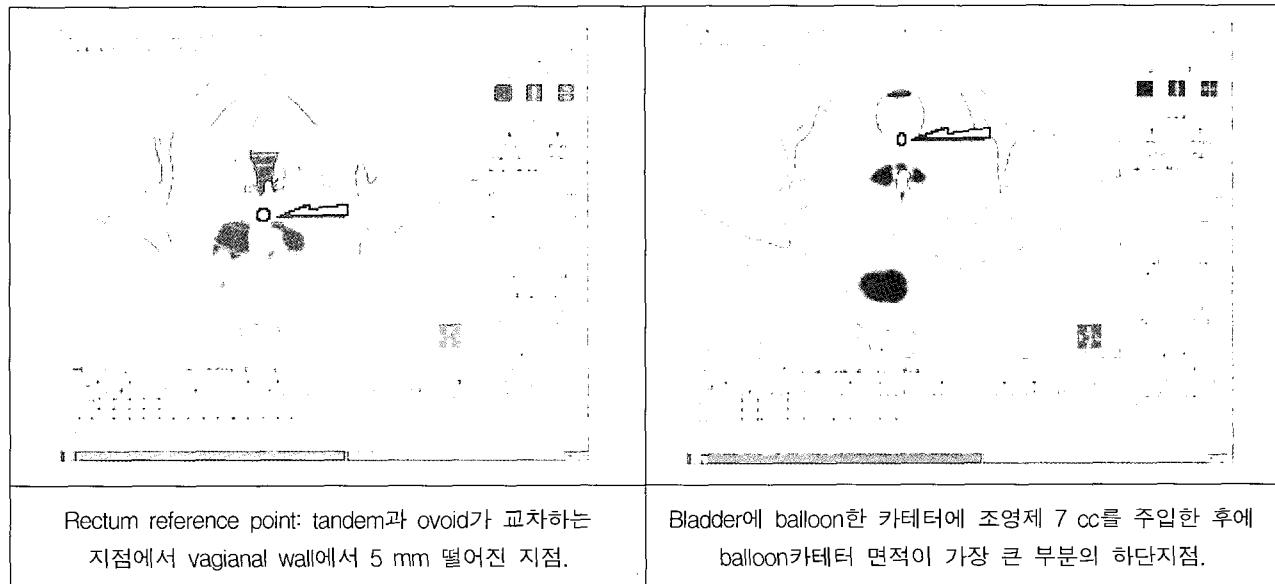


Fig. 2. ICRU 38의 Reference Point without Packing

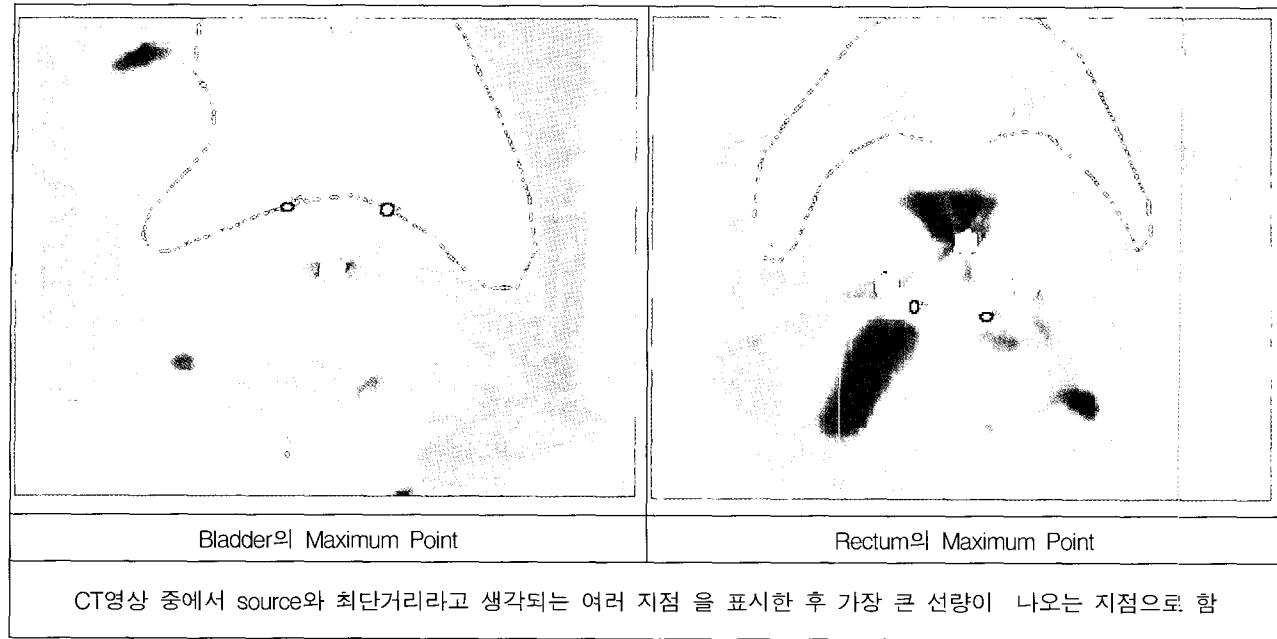


Fig. 3. CT Based Maximum Point marking

III. 결 과

삼차원 치료계획을 시행하여 packing 유/무에 따른 point 선량과 volume dose를 비교해 보았다.

1) Packing 유/무에 따른 ICRU 38에 따른 reference point 선량비교

Table. 1. Reference point Dose(ICRU38) (unit:%)

	Bladder		Rectum	
	with Packing(A)	without Packing(B)	with Packing(C)	without Packing(D)
1	67.04	78.15	80.25	80.06
2	64.05	94.76	59.79	103.93
3	122.11	120.22	95.33	139.64
4	176.13	186.43	110.3	126.91
5	101.76	118.97	103.76	139.39
6	120.06	127.24	125.74	119.8
7	98.4	92.83	91.15	113.37
average	107.09	116.94	95.19	117.59
STD	38.12	35.42	21.32	21.08
A(C)-B(D)	9.85		22.4	

ICRU 38 report에서 제시한 reference point를 기준으로 방광은 packing시행시가 packing 제거시보다 9.85%의 선량감소 효과가 있었고, 직장은 packing시

행시가 packing 제거시보다 22.4%의 선량감소 효과가 있었다. (Table 1)

2) Packing 유/무에 따른 Maximum point 선량비교

Table. 2. Maximum Point Dose (unit:%)

	Bladder		Rectum	
	with Packing(A)	without Packing(B)	with Packing(C)	without Packing(D)
1	81.59	85.49	60.94	90.72
2	97.46	116	62.82	85.65
3	148	181.76	152.15	162.28
4	201.55	204.87	111.41	115.04
5	129.97	156.53	151.32	170.38
6	143.93	172.58	120.31	138.3
7	193.69	234.4	111.65	139.33
average	142.31	164.52	110.09	128.81
STD	44.79	50.89	37.03	33.05
A(C)-B(D)	22.21		18.72	

방광은 packing시행시가 packing 제거시보다 22.21%의 선량감소 효과가 있었고, 직장은 packing시

행시가 packing 제거시보다 18.72%의 선량감소 효과가 있었다. (table. 2)

3) Volume dose 비교

Table. 3. Rectum and Bladder of DVH compare (unit:%)

	Volume	with Packing(A)	without Packing(B)	A-B
Bladder	50%	40.33	48.62	8.29
	80%	11.63	16.11	4.48
	100%	4.87	7.51	2.64
Rectum	50%	18.97	23.41	4.44
	80%	4.76	6.28	1.52
	100%	1.59	2.79	1.2

DVH(dose volume histogram)은 방광의 경우 Packing시행시가 Packing 제거시보다 50% volume에서 8.29%, 80% volume에서 4.48%, 100% volume에서 2.64%의 선량감소 효과가 있었다. 직장의 경우

Packing시행시가 packing 제거시보다 50% volume에서 4.44%, 80% volume에서 1.52%, 100% volume에서 1.2%의 선량감소 효과가 있었다. (table. 3)

4) 윌콕슨 순위검정 분석

Table. 4. Wilcoxon Signed rank test

		P-value
Rectum dose	reference	0.0781
	maximum	0.0156
Bladder dose	reference	0.0781
	maximum	0.0156
DVH(Rectum)	50% volume	0.4375
	80% volume	0.8125
	100% volume	0.625
DVH(Bladder)	50% volume	0.1563
	80% volume	0.1563
	100% volume	0.2969

측정한 값들을 윌콕슨 순위검정을 통하여 분석한 결과 reference point 선량에서 방광은 0.0781, 직장은 0.0781, maximum point 선량에서 방광은 0.0156, 직장은 0.0156으로 packing을 시행함으로써 유의하다는 결과가 나왔다. DVH(dose volume histogram)에서는 방광의 경우 50% volume에서 0.1563, 80% volume에서 0.1563, 100% volume에서 0.2969, 직장의 경우 50% volume에서 0.4375, 80% volume에서 0.8125, 100% volume에서 0.625의 수치가 나와 p값이 0.05보다 훨씬 상의하는 수치가 나와서 뚜렷한 효과는 없었다.

IV. 결 론

이제까지의 치료는 2차원적인(conventional simulation) 모의치료를 하고 치료를 실시하였다. 2차원적 모의치료의 장점은 모의치료부터 치료에까지 과정이 단조롭고 간단히 치료에 이를수 있다는 장점이 있으나 단점으로 장기의 선량을 점선량(point dose, maximum dose)으로만 알수가 있어 실제로 그 장기에 얼마나 만큼의 용적(volume)이 들어갔는지 알수 없다는 점이다. 그러나 삼차원치료계획은 CT영상을 이용함으로써 target 및 주변장기의 정확한 위치와 모양을 파

악하고 DVH(dose volume histogram)을 통하여 target 및 주변장기에 투여된 선량 및 선량분포를 정량적으로 파악할 수 있는 장점이 있다. 그리고 CT Based plan을 통하여 packing의 유용성은 reference point dose와 maximum point dose는 현저히 감소하였다. Volume dose는 선량감소는 있었지만 통계적으로 검정을 해본 결과는 packing의 효과는 뚜렷하지 않았다. 그 이유는 방광과 직장의 용적(Volume)은 넓은데 비해 packing을 하는 부분은 일부분에 지나지 않아서 큰 선량감소의 효과가 없었던 것으로 보인다. 하지만 방사선의 강도는 거리역제곱에 비례하므로 거리가 멀면 멀수록 방사선의 강도는 약해진다. 따라서 packing을 실시하여 방광과 직장의 장해를 최소화하는데 노력을 기울여야 할 것이다.

참고문헌

- Barillot I, Horiot JC, Maingon P, Bone-Lepinoy MC, et al : Maximum and mean bladder dose defined from ultrasonography, Comparison with the ICRU reference in gynaecological brachytherapy, Radiother Oncol, 1994 : 30(3),231-8
- Steggerda MJ, Moonen LM, Damen EM,

- Lebesque JV.: An analysis of the effect of ovoid shields in a selectron-LDR cervical applicator on dose distributions in rectum and bladder, Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1997 : 1,39(1),237-45
3. Tan LT, Warren J, Freestone G, Jones B.: Bladder dose estimation during intracavitary brachytherapy for carcinoma of the cervix using a single line source system, Br J Radiol, 1996 : 69(826),953-62
 4. Schoeppe SL, LaVigne ML, Martel MK et al : Three-dimensional treatment planning of intra-cavitary gynecologic implants analysis of ten cases and implications for dose specification, Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1994 : 1,28(1),277-83
 5. Eich HT, Haverkamp U, Micke O, Prott FJ, Muller RP. : Dosimetric analysis at ICRU reference points in HDR-brachytherapy of cervical carcinoma, Rontgenpraxis, 2002 : 53(2)62-6
 6. Hellebust TP, Dale E, Skjonsberg A, Olsen DR. Inter fraction variations in rectum and bladder volumes and dose distributions during high dose rate brachytherapy treatment of the uterine cervix investigated by repetitive CT-examinations, Radiother Oncol, 2001 : 60(3), 273-80
 7. Wachter-Gerstner N, Wachter S, Reinstadler E, et al : Bladder and rectum dose defined from MRI based treatment planning for cervix cancer brachytherapy : comparison of dose-volume histograms for organ contours and organ wall, comparison with ICRU rectum and bladder reference point, Radiother Oncol, 2003 : 68(3),269 -76
 8. Lebesque JV, Bruce AM, Kroes AP et al. : Variation in volumes, dose-volume histograms, and estimated normal tissue complication probabilities of rectum and bladder during conformal radiotherapy of T3 prostate cancer, Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1995 : 1,33(5), 1109-19
 9. Fellner C, Potter R, Knocke TH, Wambersie A.: Comparison of radiography- and computed tomography-based treatment planning in cervix cancer in brachytherapy with specific attention to some quality assurance aspects, Radiother Oncol, 2001 : 58(1),53-62
 10. saarnak AE, Boersma M, van Bunningen BN. et al. : Inter-observer variation in delineation of bladder and rectum contours for brachytherapy of cervical cancer, Radiother Oncol, 2000 : 56(1), 37-42

Abstract

Packing effects on the intracavitary radiation Therapy 3-Dimension plan of the uterine cervix cancer

ChangKeun Si, JungKun Jo, DuHyun Lee, SunYeung Kim, TaeYoon Kim

Proton Therapy Center, National Cancer Center

Purpose : An effect of a packing to uterine treatment of a cervical cancer using a dose-volume histogram for a point dose and a volume dose of the bladder and the rectum was analyzed by establishing a three-dimensional treatment plan using a CT image.

Materials and methods : Reference points of the bladder and the rectum were marked, respectively at a treatment plan device (plato brachytherapy V14.2.4) by photographing CT(marconi, USA) when the packing was used and removed under the same condition and a treatment plan was performed to Apoint depending on ICRU38.

However, in case of the rectum, a maximum point was looked up and compared with the above point because the point presented from the ICRU is not proper as a representative value of a rectum point dose. Further, the volume dose depending on volume of 50%, 80%, and 100% point doses of the rectum and the bladder was measured. The measured values were used to analyze the effect of the packing through a Wilcoxon Signed Rank Test (a SAS statistical analysis process program).

Result : The reference points at the bladder and rectum doses when the packing was removed were 116.94 35.42% and 117.59 21.08%, respectively. The points when the packing was used were 107.08 38.12% and 95.19 21.32%, respectively. After the packing was used, the reference points at the bladder and the rectum were decreased by 9.86% and 22.4%, respectively. When the packing was removed, the maximum points at the bladder and the rectum were 164.51 50.89%, 128.81 33.05%, respectively. When the packing was used, the maximum points at the bladder and the rectum were 142.31 44.79, 110.08 37.03%, respectively. After the packing was used, the maximum points at the bladder and the rectum were decreased by 22.2% and 18.73%, respectively. When the packing was removed, the bladder volume at 50%, 80%, and 100% point doses of the rectum and the bladder were $48.62 \pm 18.09\%$, $16.12 \pm 11.15\%$, and $7.51 \pm 6.63\%$, respectively and its rectum volume were $23.41 \pm 14.44\%$, $6.27 \pm 4.28\%$, $2.79 \pm 2.27\%$, respectively. When the packing was used, the bladder volume at 50%, 80%, and 100% point doses of the rectum and the bladder were 40.33 ± 16.72 , 11.63 ± 8.72 , and $4.87 \pm 4.75\%$, respectively and its rectum volume were $18.96 \pm 8.37\%$, $4.75 \pm 2.58\%$, and $1.58 \pm 1.06\%$, respectively. After the packing was used, the bladder volume at 50%, 80%, and 100% point doses of the rectum and the bladder were decreased by 8.29%, 4.49%, and 2.64%, respectively and its bladder volume were decreased by 4.45%, 1.52%, and 1.21%, respectively.

Conclusion : Values at Reference point doses of the bladder and the rectum recommended from the ICRU 38 were 0.0781 and 0.0781, respectively and values of their maximum point doses were 0.0156 and 0.0156, respectively, as a result of which an effect of the packing using at the uterine intracavitary treatment of an uterine cervical cancer through the three-dimensional treatment plan used CT were measured. That is, the values at reference point doses and the values at maximum point doses show similar difference. However, P value was 0.15 at over 50%, 80%, and 100% volume doses and the value shows no similar difference. In other words, the effect of the packing looks like having a difference at the point dose, but actually shows no difference at the volume dose. The reason is that the volume of the bladder and the rectum are wide but the volume of the packing is only a portion. Therefore, the effect of decreasing the point dose was not great. Further, the farther the distance is, the more weak the intensity of radiation is because the intensity of radiation is proportional to inverse square of a distance. Therefore, the effort to minimize an obstacle of the bladder and the rectum by using the packing should be made.

key word : intracavitary, point dose, volume dose, packing effect