

자궁경부암의 강내치료를 위한 선량측정

김진기, 김정수, 김형진, 권형철
전북대학교 의과대학 치료방사선과학교실
전북대학교 병원

초 록

고선량의 RALS(Remote Afterloading System)를 이용한 근접조사에서 선원의 위치에 따라 선량분포는 거리제곱의 반비례 형태로 변화되므로, 관심점의 흡수선량은 선원의 교정에 의해 크게 영향을 받는다. 자궁경부암 강내치료시 정확한 흡수선량을 결정하고자 선원을 교정하고, 선원의 위치에 따른 선량분포도에 의한 계산값과 반도체 검출기와 전리함을 이용한 실측값과 차이를 비교하고 보정 방법을 논의 하였다.

Bulcher-RALS를 이용하여 치료에 사용된 선원의 교정은 공기커마와 사각형 아크릴 팬텀을 이용하여 Γ 인자에 의한 거리 역자승법칙으로 계산하였고, Co-60 선원의 8cm거리에서 검교정된 측정기를 이용한 선량율을 비교치로 이용하였다.

선량측정치의 재현성은 팬텀내에서 0.3~1.1%였으며, 측정치의 분포는 Bulcher-RALS 선량분포도에 의한 계산값과 팬텀측정치의 비교에서 -3~17%, 강내치료를 받은 18명의 환자를 대상으로한 직장내 흡수선량에서 체내 실측값과 차이는 환자와 선원의 위치에 따라 -6~+21%로 측정값이 평균 6.3%높게 나타났다.

Key words : RALS, HDR, 강내치료, 선량분포

1. 서 론

자궁경부암의 방사선 치료 방법은 병기와 병소에 따라 여러 방법들이 시술되고 있으나, 그중 외부방사선조사와 강내조사를 병행함으로써 치료 효과를 크게 개선시키고 있다^{1),2),3)}

근접치료의 선원 형태도 저선량(LDR)보다 고선량(HDR)이 보편적으로 사용되는 경향이 두드러지고 있다. 강내치료시의 고선량률 선원에 따른 선량분포의 특성은 거리의 역자승에 비례하기 때문에 선원교정의 오차는 선량분포에 큰 차이를 가져올 수 있다. 따라서 선원의 정확한 교정은 자궁경부암 환자의 치료에서 선행되어야 할 기준설정이며 나아가 치료 선량의 분포와 치료후 나타나는 결과에도 영향을 미치게 된다.^{1),4),5)}

본원에서 사용되는 RALS(Remote Afterloading System)는 HDR(High Dose Rate)로 tandem에 Co-60과 ovoid에 Cs-137이 장착되어 3 channel 방식으로 이용할 수 있으며, tandem이 oscillating되는 bulcher-LA606.15형태이다. Amersham Blucher GMBH제작 ⁶⁰Co ¹³⁷Cs 선원 각각의 크기가 $\phi 1 \times 1 \text{mm}$, $\phi 2 \times 15 \text{mm}$ (sulfat)이고, 원통형 펠렛(pellet)은 $\phi 4 \times 17 \text{mm}$, $\phi 4.5 \times 20 \text{mm}$ 이다. 이러한 제원의 RALS를 제한사용되던 장소의 이전으로 본격 가동함에 따라, 저자들은 선원의 교정 및 자궁경부암의 고선량 강내치료시 정확한 흡수선량을 결정하고자 선원의 위치에 따른 선량분포도에 의한 계산값과 전리함과 반도체 검출기를

이용한 측정값의 차이를 비교하고 보정방법을 논의하였다.

2. 재료 및 방법

전북대학교병원 치료방사선과에 설치된 RALS(LA606.15 Buchier)를 측정에 이용하였으며, 선원교정은 공기중에서 조사선량을 측정하여 공기커마(S_k , air kerma strength)를 다음과 같은 관계식으로 결정하였다.^{6),7),8),9),10)}

$$X = R_1 C_{tp} C_{cal} \quad (1)$$

$$S_k = X(W/e)l^2 \quad (2)$$

(1)식에서 X (R/sec)는 공기중의 조사선량율, R_1 은 전기계의 측정치에서 누설선량을 제거한 값, C_{tp} 는 온도와 기압의 보정계수, C_{cal} 는 전리함의 교정계수이다. (2)식의 K_{air} (mGy·m²/h)는 공기커마이고 W/e 는 0.876 Gy/R(33.97±0.06 J/C), l 은 선원과 전리함 사이의 거리이다 (공기중에서 20cm). Γ (Rm²/Ci·h)계수는 1.30(⁶⁰Co), 0.34(₁₃₇Cs)으로 선원의 activity를 구하였다. 선원의 교정과 선량측정의 재현성을 높이기 위해 정사각형 폴리스틸렌 팬텀을 추가로 이용하고 기준점은 선원과 검출기간의 거리를 8cm로 측정기의 크기에 따라 가공하여 사용하였다. 검교정된 측정기(Capintec 192, PR-06C Farmer type chamber, ⁶⁰Co build-up cap, 전리함 교정계수 4.8414 R/nC)와 PTW AM6-M23322., 5p-si검출기 (DPD-6 Therados Sweden)을 측정에 이용하였다.

RALS 선원의 standstill과 oscillation형태의 미소 거리이동 변화율은 end point상에서 Blucher LA312.98-1.2, LA312.99-0.1 test applicator를 이용하여 측정하였다.

선량계산을 위한 체내 위치설정은 tandem과 ovoid를 삽입한 후 A-P와 lateral film을 이용하였다. 방광은 7cc hypaque를 가진 foley catheter ballon으로, 직장은 barium으로 채워 위치를 확인하고 선원의 비중은 tandem의 삽입된 길이와 두 ovoid 사이거리에 따라 end point 및 선원의 oscillation 길이를 결정하는 순서도를 설정하였다.¹¹⁾

3. 결과 및 고찰

근접조사를 시행할 때에는 주위 정상조직과 인접 장기에 많은 선량이 조사될 수 있기 때문에 정확한 선량분포에 의하여 선원의 zero point까지의 이동시간에 따른 선량을 보정하기 위해 이동⁵⁾은 원주분할로 거리이동과 측정시간에 따른 오차를 최소화 시켰다.

본 연구에서 RALS시행시 선원의 위치 유동이±0.1mm이었고 tandem과 ovoid의 최초 장입 시간은 각각 5.4초, 3.6초였다. 자궁경부암 치료시 강내 치료장치 선원의 이동이 A point의 선량에 영향을 미칠 정도의 이동간 변화율은 없었다.(Table 1.)

Table 1. Variation of the Moving Distance in RALS - Source

	Tandem	Ovoid
Standstill	0.1±0.04cm	0.1±0.03cm
Oscillation	0.1±0.06cm	

본원은 일반적인 자궁경부암 치료방법으로 외부조사 45Gy A point에 5G x2/week로 35Gy의 근접조사를 시행하고 있다. 이러한 고선량 강내 치료시 직장의 흡수 선량 평가는 계산치와 측정치의 TLD로 측정된 경우 10-49%(20/30명), 챔버를 이용한 경우 -6-±18%(12명)등이 선원의 조사기간과 치료시 환자의 요동, 인체 내부조건에 따라 상당한 폭의 선량변화가 있음이 보고되고 있다.^{11,21,22)}

tandem의 oscillation 거리에 따른 선량치와 실측치가 1.3 -1.8%의 차이를 보였으며, 이때 무방거리는 78%가 5-6.5cm이었다(Table 2.)

18명을 대상으로한 직장선량의 측정치의 분포는 Table 3.에서 보는바와 같이 계산치와 비교해서 -6% ~+21%까지 나타났고, 측정치가 계산값에 비교해서 평균 6.3% 높게 나타났다. 측정선량 분포 범위는 환자의 유동성과 환자의 체형에 따른 측정기의 위치 변동, tandem의 경사도 형태와 선량분포도의 표점 확인시의 오차로 고려하였다.

방광의 실측정값은 비교하지 못하였지만 선원과 방광거리에 따른 선량분포는 체형과 장기의 위치 선원의 배열 조건에 따라 직장과 같거나 적은 선량이 부여될 것으로 추론할 수 있었다. 기보고된 관심점의 거리에 따른 선량 분포에서도 HDR경우 방광보다 직장에 더 많이 부여된다는 논의가 있었다.²⁾

Table 2. Distribution of Oscillating Distance to RALS Tandem Source

Oscillating Distance(cm)	3.5	4	5	6	6.5	7.75	Total
Distribution	1	2	3	5	6	1	18
(%)	(6%)	(11%)	(17%)	(28%)	(33%)	(6%)	(100%)

Table 3. Distribution of Variable Range in Rectum Does Ratio

Variable rang(%)	Calculation(%)	Measured(%)
-5	6(33%)	2(11%)
5-10	8(44%)	5(28%)
10-15	3(17%)	6(17%)
15-20	1(6%)	3(17%)
20-	.	2(11%)
Total	18(100%)	18(100%)

Table 4. Dose Ratio of Rectum Relative to A Point does

	Calculation	Measured
Mean±SD(%)	64.2±8.14	69.4±7.11
Mean of variable range(%)	13.70	14.21

본 실험에서 Applicator중 선량분포도에 의한 계산치와 측정치가 경사각을 가진 tandem의 경우가 직선형을 사용한 경우보다 오차가 큰 경향이 있었다. 이는 김등의 결과와 같은 추론을 보이고 있으며, 이러한 경우 경사각을 보정하고 기구설치의 재현성을 높여야 보다 정확한 치료를 할수 있을 것으로 사료된다.

따라서, 보다 정확한 선량분포 계산을 위하여 주기적인 선원교정 확인과 oscillating 되는 선원 이동 방식의 선량분포 계산을 전산화 하거나, 순차적 time weight 방식의 선량분포

계산용 프로그램을 보완하여야 할 것이다. 또한 관심점에 일정선량을 유지하기 위해서는 첫번 치료계획을 가지고 계속 치료 하는것 보다 환자의 체형및 장기구조와 강내기구 설치의 재현성으로 인한 오차를 줄이기 위해서, 매 치료마다 치료선량계획을 보정해야 선량 변동의 폭을 줄일 수 있을 것으로 논의하였다.¹³⁾

치료및 측정에 따른 부가적인 전제로, Blucher RALS의 정상동작을 위한 치료실내의 조건은 온도가 10 °~35 °, 최대 상대습도 75%였지만, 실제적으로 2년여 사용시 점검 결과 상대 습도에 의한 inter lock 현상이 55%로 가장 많았으며 최적 가동조건은 error가 가장 적은 21±2°C, RH 49±2%였다. 그리고 이러한 강내치료와 기기 보정에 따른 측정시 방사선 방어 개념의 피복방지를 위해서 area monitor나 선원 위치 확인용 외부모니터를 통하여 치료실내 선량 감시에 세심한 주의가 필요하다 하겠다.

4. 결 론

1. 공기 커마와Γ인자에 의한 선량을 교정을 실시하였으며, 재현성은 0.3-1.1%였다. tandem선원의 이동에 따른 선원의 이동 오차는 ±1mm이내였다.
2. 선량분포도에 의한 선량 계산치와 측정값의 차이가 -6 - +21% (18명)의 분포를 보였으며, 측정치가 평균 6.3% 높게 나타났다.
3. 사용한 tandem의 78%가 5-6.5cm였으며, 무빙거리에 따른 선량오차 보다는 tandem 형태에 다른 선량오차가 보다 큰 경향을 추론 할 수 있었다.

강내기구 설치시 폴리에틸렌 수지를 이용하여 기준점 설정을 보완 하기도 하였으나, 보다 정확한 선량계산과 선량분포를 갖기 위해서는 선원이 oscillating되는 형태에 적합한 전산화 개발로 인위적인 오차를 최소화 해야 할 것으로 사료된다.

Reference

1. S.K.Kim, S.O.Shin, M.S.Kim : Dose Distribution of Rectum in the treatment of Uterine Cervical Canaer using Remote Afterloading System : Korean J. Med. Phys, 5(1) 67-73 1994
2. S.S.Chu, W.Y.Oh, C.O.Suh, G.E.Kim : Dose Distribution of Rectum and Bladder in Intracavitary Irradiaton : J. Kor. Soc. Ther. Radio., 2(2) 261-270 1984
3. Shin In Sato. etc. : Therapeutic Results Using High-Dose-Rate Intracavitary Irradiationin Cases of Cervical Cancer : Gynecologic Oncology, 19 143-147 1984
4. S.K.Weew, C.I.Park : A study on Dose calcuation in Intracavitary Therapy : J. Kor. radio., XVI(1) 1980
5. B.Y.Yi, E.K.Choi, H.S.Chang : High Dose Rate Ir-192 Source Calibration Meathod with Newly Designed Calibration Jig : J. Kor. Soc. Ther. Radiol., 7(2) 229-303 1989
6. H.Tolli, K.A.Johansson : Quality assurance in brachytherapy sources : Phys. Med. Biol., 38 1475-1483 1993
7. H.Tolli,K.A.Johansson : Quality assurance in brachytherapy : The displacement effect in the vicinity of ⁶⁰Co and ¹⁹²Ir brachytherapy source : Phys. Med. Biol., 38 1485-1492 1993
8. KAPM : 방사선 표준 측정법 : Korean J. Med. Phys., 2(1) 37-105 1991
9. J.O.Lee,J.K.Kang, S.R.Moon : Calibration and Radiation Survey of High Dese Rate Remote

김진기, 김정수, 김형진, 권형철,

- Afterloading System : J. Kor. Soc. Ther. Radio., 13(2) 261-270 1995
10. Khan F.M. : The physics of Radiation Therapy. 2nd ed. Baltimore, Williams&Wilkins, 1994 : 418-434
 11. International Commission on Radiation Units and measurements : Dose and Volume Specification for Reporting Intracavitary Therapy in Gynecology : ICRU Report 38, 1985
 12. M.Y.Yoo, B.C.Shin, C.W.Moon etc. : The evaluation of absorbed dose of rectum for the patient of Reporting Intracavitary Therapy in Gynecology : ICRU Report 38, 1985
 13. G.Y.Chai : Analysis of High Dose Rate Intracavitary Radiotherapy (HDR-ICR) Treatment Planning for Uterine Cervical cancer : J. Kor. Soc. Ther. Radiol 12(3) 387-392 1994
 14. Robley D.Evans : The Atomic Nucleus, New York : McGraw-Hill, 728-734

Dose Distribution & Calibration in HDR Intracavitary Irradiation for Uterine Cervical Cancer

Jhin kee Kim, Jung Soo Kim, Hyoug Jin Kim, Hyoung Chol Kwon
Department of Therapeutic Radiology & Oncology
College of Medicine, Chonbuk National University
College of National University Hospital
Chonju, 560-182, Korea

Dose distribution of HDR-RALS source represents an inverse square law as the distance. Difference of measurement value and calculation value according of brachytherapy. Therefore, in HDR-RALS dose calibration and calculation have an important effect in treatment of uterine cervical cancer and absorbed dose of interesting points. In intracavitary therapy, particular attention is paid for precise determination of the doses to be applied.

In this report, we have discussed that the calibration of a HDR-RALS, differences between calculation dose use of isodose chart and measurement in rectum.

Dose rate calibration of radiation sources are obtained from air kerma and Γ factor with calibrated ion chamber for cobalt source, and used semiconductor detector for compared with measurement in phantom. Eighteen patients were treated with a HDR-RALS for intracavitary irradiation (ICR) using a cobalt-cesium source.

Reproducibility of dose measurements were 0.3 - 1.1% in phantom. The means of dose distribution was -6 - +21% between calculation of isodose chart and measurement of rectum, and was same mean value upper 6.3% in measurement value than calculation does.