

RALS시행시 선원의 거리 이동및 직장선량에 관한 계산치와 측정치의 비교연구

김성규, 신세원, 김명세

영남대학교 의과대학 치료방사선과학교실

초 록

선량분포특성은 거리의 제곱에 반비례하기 때문에 근접조사에서 선원의 조그마한 오차는 선량계산에서 큰 차이를 초래할 수 있어서 선원의 정확한 거리 이동과 그에 따른 critical organ에 조사되는 선량의 정확도는 자궁경부암 환자의 치료성격에 결정적인 역할을 할 수가 있다. 특히 High Dose Rate의 RALS(Remote After Loading System)에서 선원의 정확한 calibration은 자궁경부암 환자의 치료에서 선량분포에 지대한 영향을 미치며 나아가 이 선량분포는 치료후 나타나는 재발 및 합병증이나 휴유증의 발생에도 큰 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 실제 RALS시 선원의 거리 이동을 측정하여 치료계획용 computer에서 계산된 선원간의 거리 이동과 비교 검토하였으며, Rectum 위치에 chamber를 삽입하여 실제 Rectum에 조사되는 선량과 computer에서 계산된 값들을 비교검토하였다.

Tandem Source을 1cm간격으로 거리를 이동하면서 실험을 되풀이 한 결과 처음 monitor로 1cm을 이동할 때 측정치가 0.8cm 이동한 것으로 나타났으며, 2번째부터 5번째까지의 거리 이동에서는 monitor의 값과 측정치의 값이 정확하게 일치하였다.

또한 12명의 환자를 대상으로 실시한 Rectum dose의 측정치는 computer계산치보다 평균 8%로 낮게 나타났다.

서 론

뢴트겐에 의하여 1895년 X-선이 발견되고 한달 후에 방사선은 암의 치료에 이용되었다. 진단분야가 급속도로 발전한데 비해 치료 분야는 매우 느리게 발전하였다. 암에 대한 방사선치료는 크게 두가지로 나누어 발전되었는데, 하나는 외부치료이고 다른 하나는 근접치료이다.

특히 해부학적으로 외부치료와 근접치료를 병행할 수 있는 자궁경부암은 신체의 다른 부위에서 발생하는 악성종양에 비해 완치율이 훨씬 좋은 것으로 보고되고 있다.^{1,2)} 자궁경부암의 치료에서 임상적 병기가 초기인 Stage I 과 II_a에서는 외과적 수술을 시행하며, 일반적으로 Stage II_b 이상인 환자에서는 방사선치료만을 시행하여 외과적 수술과 거의 비슷한 5년 생존율을 보이고 있다.^{3,4)}

방사선의 선량분포특성은 거리의 제곱에 반비례하기 때문에 근접조사에서 선원의 조그마한 오차는 선량계산에서 큰 차이를 초래할 수 있어서 선원의 정확한 거리 이동과 그에 따른 critical organ에 조사되는 선량의 정확도는 자궁경부암 환자의 치료성격에 결정적인 역할을 할 수가 있다. 특히 High Dose Rate의 RALS(Remote After Loading System)에서 선원의 정확한 calibration은 자궁경부암 환자의 치료에서 선량분포에 지대한 영향을 미치며 나아가 이 선량분포는 치료후 나타나는 재발에도 큰 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 실제 RALS 시행시 선원의 거리 이동을 측정하여 치료계획용 computer에서 계산된 선원간의 거리 이동과 비교 검토하였으며, 직장위치에 chamber를 삽입하여 실제 직장에 조사되는 선량과 computer에서 계산된 값들을 비교검토하였다.

재료 및 방법

영남대학교의료원 치료방사선과에 설치되어 있는 RALS(Remote After Loading System, MTSW-20B, Shimadzu)를 이용하였으며, 선원 거리 이동 측정에 사용된 필름은 일반 X-ray 필름(Konica, Japan)을 사용하였다. 근접조사의 선원에 대한 선량분포는 다음 식에 의해서 구해졌다.⁵⁾

$$dI(x,y) = \frac{A}{L} r dx \frac{1}{r} e^{-u+t \cdot \sec \theta}$$

$$\text{여기서 } r=y \sec \theta$$

$$x=y \tan \theta$$

$$dx=y \sec^2 \theta d\theta$$

$$I(x, y) = \frac{Ar}{Ly} \int_{\theta_1}^{\theta_2} e^{-u+t \cdot \sec \theta} d\theta$$

$s > L$ 이면,

$$I(x,y) = \frac{\dot{X}s^2}{Ly} e^{-ut} \int_{\theta_1}^{\theta_2} e^{-u+t \cdot \sec \theta} d\theta$$

근접조사에서의 정확성을 조사하기 위하여 먼저 Fig.2와 같이 아크릴펜텀을 만들어 선원과 챔버를 고정시킨 상태에서 컴퓨터 계산치와 측정치의 오차를 먼저 비교검토하여 환자를 대상으로 실시한 직장선량의 비교치의 정당성을 검토하였다.

근접조사를 치료받은 환자들 중에서 실제로 직장위치에 챔버를 삽입하여 측정한 12명의 환자들을 대상으로 하여 선량을 비교 검토하였다.

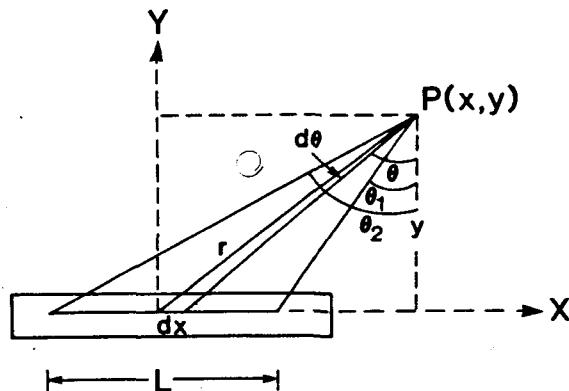


Fig 1. Diagram illustrating geometrical relationships used in calculation of exposure at point P from a linear source.

성 적

Tandem source을 1cm 간격으로 이동하면서 실험을 되풀이 한 결과 처음 monitor로 1cm을 이동할 때 측정치가 0.8cm이동한 것으로 나타났으며, 2번째부터 5번째까지의 거리 이동에서는 monitor의 값과 측정치의 값이 정확하게 일치하였다(Fig. 3, Table 1).

환자에게 실시하기 전 조건으로 시행한 아크릴펜텀을 이용한 측정치와 계산치의 오차는 2.0%로 나타났다.

Table 1. Measurement Distance of RALS Source

	I	II	III	IV	V
1	0.8<1.0> 1.1(0.73)	0.8<1.0> 1.2(0.80)	0.8<1.0> 1.2(0.8)	1.6<1.0> 1.3(0.86)	1.6<2.0> 2.7(1.80)
2	1.9<1.0> 1.4(0.93)	2.0<1.0> 1.5(1.0)	2.0<1.0> 1.5(1.0)	2.9<1.0> 1.6(1.06)	4.3<2.0> 3.0(2.0)
3	3.3<1.0> 1.5(1.0)	3.5<1.0> 1.6(1.06)	3.5<1.0> 1.6(1.06)	4.5<1.0> 1.5(1.0)	7.3<2.0> 3.0(2.0)
4	4.8<1.0> 1.5(1.0)	5.1<1.0> 1.5(1.06)	5.1<1.0> 1.6(1.06)	6.0<1.0> 1.6(1.06)	10.3
5	6.3	6.6	6.7	7.6	

<> : monitor distance

() : measurement distance

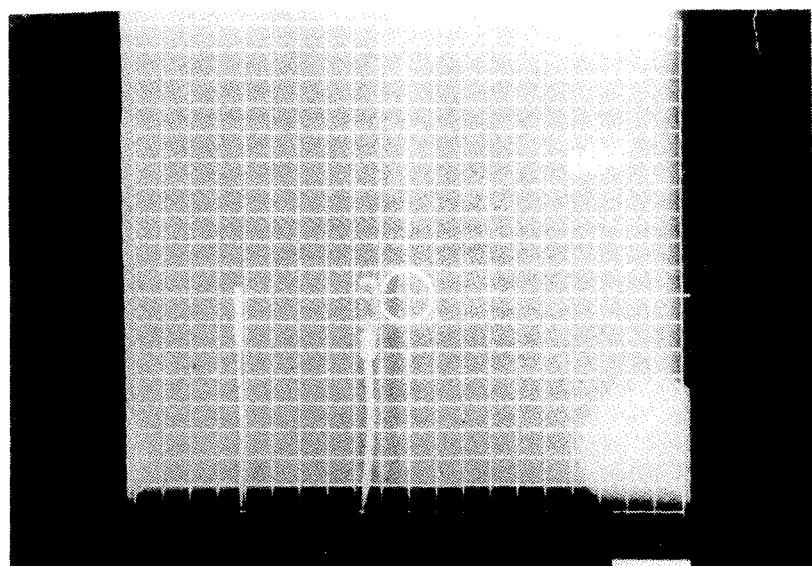


Fig 2. Acryl phantom madein Yeungnam University Medical Center

또한 12명의 환자를 대상으로 실시한 직장선량의 측정치는 +18%에서 -6%까지 낮게 나타났다 (Fig. 4, Table 2).

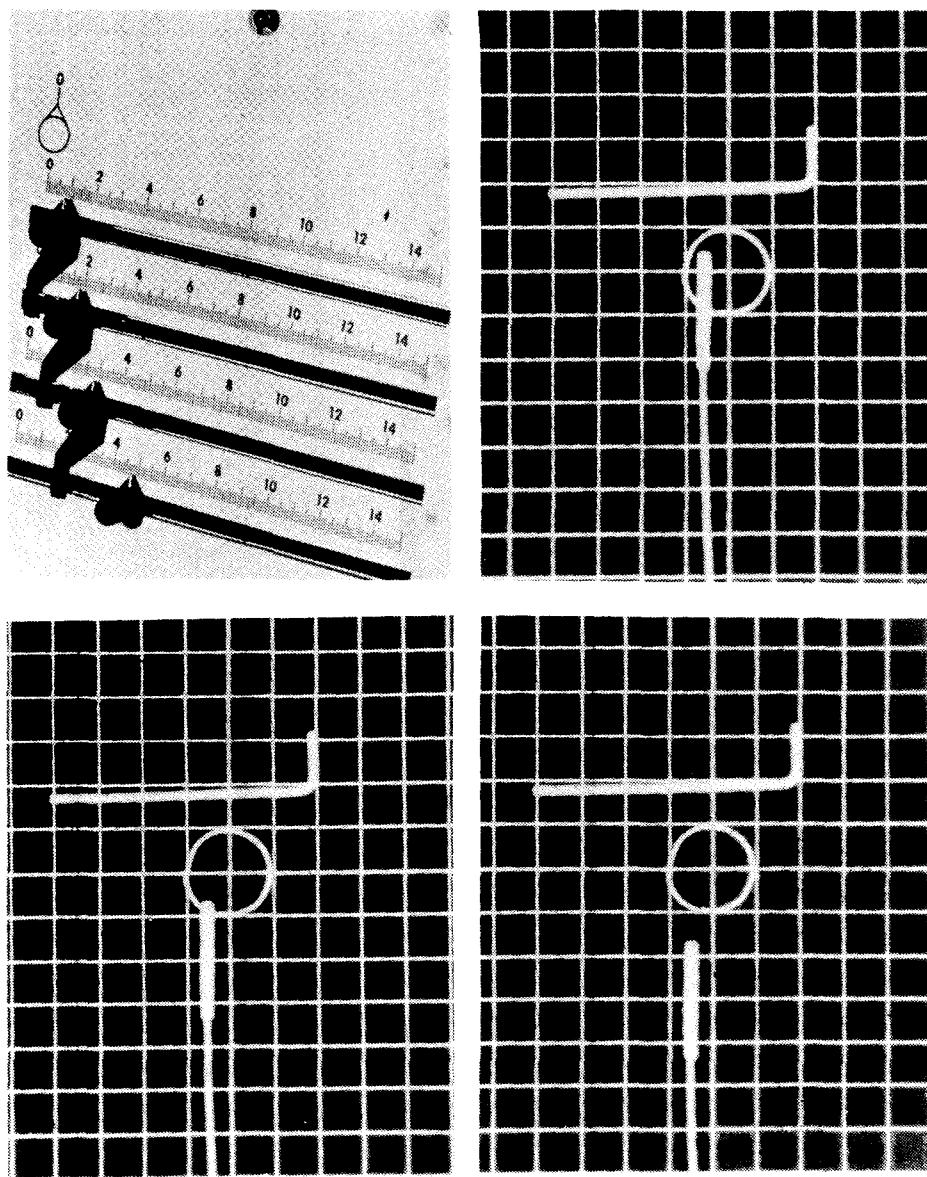


Fig 3. Measurement value according to moving distance

Table 2. Comparision of calculation value and measurement value

Bladder (cGy)	Rectum (cGy)	Rectosigmoid(cGy)	Rectum(측정치)
114	66	95	74(112%)
112	95	136	107(113%)
178	70	136	79(113%)
136	180	152	192(107%)
96	141	133	166(118%)
139	123	124	141(115%)
239	247	136	238(96%)
150	61	152	57(93%)
121	67	169	65(97%)
134	86	83	94(109%)
142	125	158	134(107%)
129	99	151	103(104%)

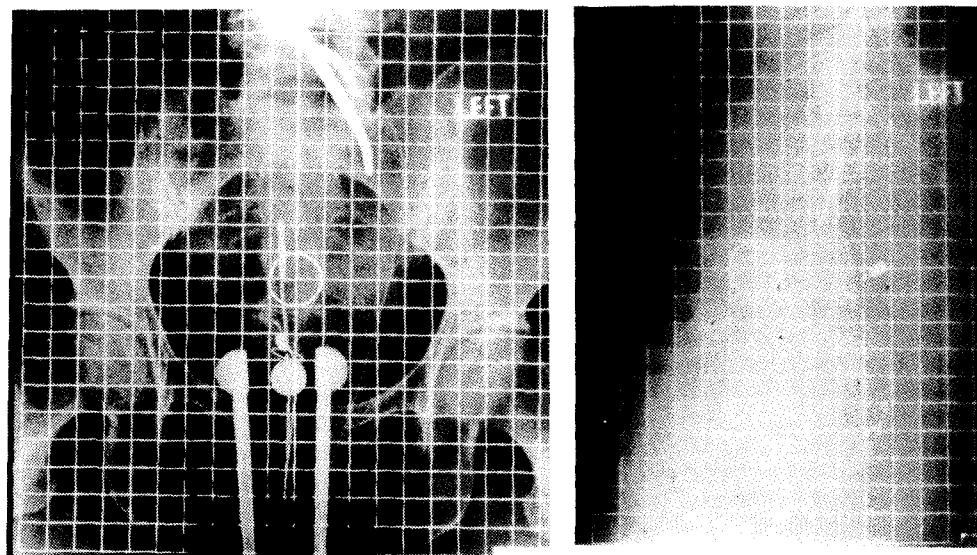


Fig 4. the position of chamber in Brachytherapy

고 찰

자궁 경부암은 한국 여성 암중에서 가장 발생빈도가 높은 암이지만 조기 진단과 적절한 치료로서 비교적 높은 생존율을 기대할 수 있는 악성 종양이다. 특히 근접조사를 시행할 때에는 주위 정상조직과 인접 주요 장기에 많은 선량이 조사될 수 있기 때문에 정확한 선량분포를 위하여 선원의 monitor와 일치하는 정확한 거리 이동이 이루어져야 한다. 근접조사에서 정확한 선량을 측정하기 위하여 Yi등은⁶⁾ 원통형으로 된 펜텀을 제작하여 측정을 편리하고 간편하게 할 수 있도록 고안하였고, 거리 이동과 측정 시간에 따른 오차를 최소화 시켰다.

일반적으로 자궁경부암 환자에게 whole pelvis에 외부 방사선조사를 4500cGy에서 5000cGy를 조사하고 강내조사를 point A에 3000cGy에서 3900cGy를 시행하면 총선량은 7500cGy에서 8900 cGy가 된다. 이렇게 조사될 때 직장이나 방광에 조사되는 선량은 합병증을 일으키는데 중요한

지표가 된다.^{7,8,9)}

荒后龍雄등의¹⁰⁾ 일본 방사선치료 시스템연구회에서는 병소의 크기, 넓이, 병리조직등 개인에 따라 병의 증상이 다르기때문에 병기별에 의한 공통된 기준 조사선량을 정하기는 어렵지만 고선량 강내조사시 조사선량에 대한 기준을 제시하였다. 중앙차폐를 하고 외부조사를 하는 경우는 주 1회 500~600cGy를 5회 조사하는 것이 바람직하다고 보고하였다.

Perez등은¹¹⁾ 방사선치료후 약 25%가 합병증을 일으킨다고 하였으며, 주로 직장과 방광에 조사되는 선량이 문제가 되며 합병증의 80%가 3년 이내에 나타난다고 보고하였다.

정등은¹²⁾ 자궁경부암 환자중에서 조직학적 분류상 선암 환자 76명을 대상으로 5년 생존율이 68%였으며, 직장 합병증이 6.6%, 방광 합병증이 2.6%로 보고하였다.

김등은¹³⁾ 자궁경부암의 44%가 재발되며 재발암의 대부분은 국소재발이므로 적극적인 국소치료의 중요성을 강조하였으며, 96명의 대상 환자중 6명이 장관합병증을 나타내었으며 6명중 3명이 다른 환자들의 평균 직장선량 7300cGy보다 훨씬 적은 5252cGy를 조사받았음에도 심한 증상을 보여 치료전의 수술기왕력이 위험인자가 될 수 있음을 보고하였다.

일반적으로 알려진 직장의 한계선량은 6,000~7,000cGy이며, 방광은 7,000cGy이기 때문에 외부조사선량과 강내조사선량의 합이 이들 한계선량을 넘지 않아야 한다. 특히 강내조사시의 선량은 분할방법이 다르므로 생물학적인 효과를 고려한 TDF factor를 구해서 선량을 환산해야 한다고 보고한 연구자들도 있다^[4,15].

본 연구에서 실제 RALS시행시 monitor상의 선원 이동거리와 실제 선원의 이동 거리를 여러 차례에 걸쳐 반복 실험해본 결과 첫번째 이동에서 0.2cm의 오차가 나타났으며 그 외의 거리 이동에서는 정확한 일치를 보이고 있으며 RALS을 사용하고 있는 모든 병원에서 조사 검토해 보아야 할 필요성을 시사하였다.

그리고 근접조사의 정확성을 조사하기 위한 Fig.2와 같이 아크릴펜텀을 제작하여 측정한 측정치와 컴퓨터 계산치는 2.0%의 오차를 나타내어 직장선량의 측정치와 계산치의 비교에 대한 정당성을 인정할 수 있었다.

12명을 대상으로 조사한 직장선량의 측정치는 계산치와 비교해서 +18%에서 -7%까지 나타났다. 일반적으로 Tandem의 경사각이 없는 곧은 환자에서는 측정치와 계산치와의 오차가 적었으며 Tandem의 경사가 심한 환자에서는 오차의 범위가 크게 나타났다. 이로 미루어 RALS계산시 Tandem의 경사를 보정할 수 있어야 좀더 정확한 치료를 할 수 있음을 시사하였다.

Reference

1. S. B. Gusberg, H. M. Shingleton, G. Deppe : Female genital Cancer : Churchill Livingstone, New York(1988), 314 – 319.
2. W. T. Moss, W. N. Brand, H. Battifora : Radiation Oncology, Rationale, Technique, Results, C. V. Mosby Co., St. Louis(1989), 512 – 518.
3. T. Teshima, M. Chatani, K. Hata, T. Inoue : High-dose Rate Intracavitary Therapy for Carcinoma of the Uterine Cervix, II Risk Factors for Rectal Complication : Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., 14, 281 – 286(1987)
4. C. A. F. Joslin, C. W. Smith, A. Mallik : The Treatment of Cervix Cancer using High Activity ^{60}Co Sources : Brit. J. Radiol., 45, 257 – 270(1972)
5. F. M. Khan : The Physics of Radiation Therapy : Williams & Wilkins, Baltimore(1994), 434 – 435.
6. B. Y. Yi, E. K. Choi, H. S. Chang : High Dose Rate Ir-192 Source Calibration Method with newly Designed Calibration Jig : J. Korean Soc. Ther. Radiol., 7(2), 299 – 303(1989)
7. 추성실, 오원용, 서창옥, 김귀언 : 자궁경부암 강내 방사선 조사장치에 의한 직장 및 방광의 피폭선량 평가 : 대한치료방사선과학회지, 2(2), 261 – 270(1984)
8. H. R. Lukka, C. J. Moore, R. D. Hunter : The Relationship between the Bladder and Cervix in Patients undergoing Intracavitary Therapy : Br. J. Radiol., 60, 355 – 359(1987)
9. D. E. Cunningham, J. A. Stryker, D. E. Verkley, C. K. Chung : Routine Clinical Estimation of Rectal, Rectosigmoidal, and Bladder Doses from Intracavitary Brachytherapy in the Treatment of Carcinoma of the cervix : Int. J. Radiation Biol. Phys., 7, 653 – 660(1981)
10. 荒后龍雄 : 자궁경부암의 방사선치료기준 : 臨放, 29, 643 – 644(1984)
11. C. A. Perez, S. Breaux : Radiation Therapy alone in the Treatment of Carcinoma of the Uterine Cervix : Cancer, 54, 235 – 246(1984)
12. E. J. Chung, H. S. Shin, H. S. Lee, G. E. Kim, John J. K. Loh, C O. Suh : Adenocarcinoma of the Uterine Cervix : J. Korean Soc. Ther. Radiol., 9(2), 277 – 284(1991).
13. M. S. Kim, K. A. Kim, S. K. Kim, S. O. Shin, S. H. Lee, J. C. Chang : Early and Late Bowel Complication Following Irradiation of Cancer of the Uterine Cervix : J. Korean Soc. Ther. Radiol., 7(1), 59 – 70(1989).
14. J. M. Vaeth, J. Meyer : Treatment Planning in the Radiation in the Radiation Therapy of Cancer : Karker, 302 – 303(1987).
15. M. Yudelev, A. Kuten, M. Tatcher, R. Rubinov, R. Karmeli, Y. Cohen, E. Robinson : Correlations of Dose and Time-Dose-Fractionation Factors(TDF) with Treatment Results and side Effects in Cancer of Uterine Cervix : Gynecologic Oncology : 15, 310 – 315(1986).

Dose Distribution of Rectum in the treatment of Uterine Cervical Cancer using Remote Afterloading System

Sung Kyu Kim, Ph. D., Se One Shin, M. D., Myung Se Kim, M. D.

Department of Radiation Oncology, College of Medicine, Yeungnam University

Taegu, 705-035, Korea

Abstract

Dose distribution of point source represents an inverse square law as the distance. Difference of measurement value and calculation value according to moving distance of radiation source show very large error in dose calculation of Brachytherapy. Therefore, in RALS of high dose rate, dose calculation have an important effect in treatment of uterine cervix cancer and recurrent rate.

In this paper, authors measured moving distance of radiation source carrying out RALS. And we measured Rectum dose compared with calculationdose.