

방사선 전신 조사 치료시 정확한 환자자세 및 조사야 재현을 위한 방법

고려대학교 의료원 치료방사선과

권영호 · 이병구 · 황웅구

고려대학교 병설 보건전문대학 방사선과

김유현

방사선 전신조사는 일반적인 방사선 치료와는 달리 환자의 몸 전체를 포함할 수 있는 큰 조사야와 확장된 SAD가 요구되어지기 때문에 치료실이 충분히 커야 하고 전신에 균등한 선량을 주기 위해서는 환자 체표면 윤곽의 불규칙성과 조직 불균질성을 보완해 줄 수 있는 보상체가 필요하며 피부선량을 높여주기 위해서는 적절한 두께의 방사선 산란체를 사용하여야 한다.

또한 치료장치 및 사용 에너지, 총선량, 선량률, 선량분할, 환자의 자세, 정상적인 조직과 장기의 차폐 등도 방사선 전신조사를 위한 중요한 인자들로 알려져 있다. 그리고 방사선 전신조사 치료방법은 환자치료를 위한 준비시간과 실제 치료시간이 길기 때문에 일상 치료환자 일정에 지장을 초래할 수도 있으며 연속되는 치료기간 동안 치료조사야의 정확한 재현이 무엇보다 중요한 것으로 사료된다.

본원에서는 환자의 자세를 골목좌위로 함으로써 짧은 거리에서도 환자를 조사야내에 충분히 포함시켰고, 납 보상체를 제작하여 조직결손 부위를 보상하여 전신에 균등한 선량을 줄 수 있었으며 폐 차폐물을 제작하여 폐의 선량을 조절하였다. 치료계획시 환자의 음영을 치료실 벽면에 그려넣음으로써 조사야 재현시 도움이 되도록 하였으며 치료시간을 단축할 수 있었다.

〈Abstract〉

“THE METHOD OF TBI FOR ACCURATE REPRODUCTION OF RADIATION FIELD AND PATIENT POSITION”

YOUNG-HO KWEON, BYOUNG-GOO LEE, WOONG-KU WHANG, YOU-HYUN KIM

KOREA UNIVERSITY HOSPITAL, RADIATION ONCOLOGY

KOREA UNIVERSITY, JUNIOR COLLEGE OF ALLIED HEALTH SCIENCE RADIOTECHNOLOGY.

Total body irradiation (TBI) requires large radiation field and extended source to axis distance (SAD), therefore it needs large size treatment room and it needs compensators which components. Appropriate thickness beam spoiler should be used to raise skin dose. Treatment machine, photon energy, total dose, dose rate, dose fractionation, patient position, shield of normal tissues and organs were known to important parameters for TBI.

TBI disturbs regular daily treatment schedule and significantly overloads Radiation on oncology departments and during the treatment session it requires accurate reproduction of radiation field and patient position.

We were enable to TBI in small size treatment room and short SAD with parallel opposing lateral fields technique and achieved homogenous whole body dose distribution using pb compensators and controled lung dose by lung shield blocks. Drawing a patient shadow on the wall, we could shortened set up time and possible to accurate reproduction of radiation field and patient position.

Key words : TBI compensators, Beam spoiler, Patient shadow.

I. 서 론

방사선 전신조사(Total body irradiation)는 급성 백혈병 환자의 골수 이식시 면역 억제를 위한 목적과 신경아세포종, 윌름스씨종양 등의 환자 치료에 효과적인 방법으로, 1905년 Dessauer에 의해 처음 시작된 이래 치료 방법이 계속적으로 개선, 발전되어 왔으며, 국내에서도 일부 병원에서 활발히 시행되고 있는 치료방법이다.

TBI는 일반적인 방사선 치료와는 달리 환자의 몸 전체를 포함할 수 있는 큰 조사야와, 확장된 SAD가 요구되어지기 때문에 치료실이 충분히 커야하고 전신에 균등한 선량을 주기 위해서는 환자 체표면 윤곽의 불규칙성과 조직 불균질성을 보완해줄 수 있는 보상장치가 필요하며, 피부선량을 높여주기 위해서는 적절한 두께의 방사선 산란체를 사용하여야 한다.

또한 치료장치 및 사용에너지, 총선량, 선량률, 선량분할, 환자의 자세, 정상적인 조직과 장기의 차폐등이 방사선 전신조사의 중요한 인자들로 알려져 있으며, 이에 대한 많은 연구의 장·단점들이 보고 되었다.

방사선 전신조사 치료방법은 환자치료를 위한 준비시간과 실제 치료시간이 길기 때문에 일상 치료 환자 일정에 지장과 업무과중을 초래할 수 있으므로 치료시간 단축을 위한 방법이 강구되어야 하며, 연속되는 치료기간동안 치료조사야의 정확한 재현이 무엇보다 중요한 것으로 사료된다.

본 연구에서는 본원에서 사용하고 있는 방사선 전신조사 치료방법을 소개하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 치료장치

미국 Varian사 제품의 선형가속기 Clinac-1800을 사용했고 에너지는 10MV를 선택하였다. Gantry를 270°로 하여 치료실 벽면을 향해 수평으로 선속이 나가도록 하였다. Collimator는 SAD 100cm에서 40×40cm로 하였으며 실제 치료거리인 SAD 350cm에서의 조사야는 140×140cm였다.

2. 치료 Table

치료용 Table은 장시간 치료하는 동안 환자의 자세가 움직여지지 않는 상태로 가장 편안한 상태를 유지할 수 있도록 제작되어야 한다. 환자가 기립한 상태에서 치료하는 전후면 대향 2문조사 치료방법을 사용할 경우에는 환자가 약물치료등의 병합으로 인한 허약한 체구를 장시간동안 부동의 자세로 서 있어야 하므로 환자를 지지할 수 있는 특별한 지지대 및 고정장치들이 필요하다. 하지만 본원에서 사용하고 있는 굴곡좌위 좌우대향 2문 조사방법에서는 환자고정을 위한 특별한 장치가 필요하지 않았다.

환자 지지대는 산란선의 발생으로 인한 선량오차를 최소한으로 하기위해 목재를 사용하여 제작했다. 환자 지지대는 환자운송카 위에 올려 놓았고 환자의 높이 조절은 스티로폼판을 환자 지지대 밑에 받침으로 조절하였으며 전후 좌우 조절은 운송카의 바퀴를 이용하여 조절하였다. 환자의 자세를 흐트리지 않고 운송카를 움직여서 반대편 조사야를 맞출수 있었으므로 치료 준비시간(set-up)을 단축할 수 있었다.

3. 환자 자세

환자의 기립한 자세에서 시행하는 전후면의 대향 2문 조사방법이 환자의 체표면윤곽 불규칙성과 조직 불균질성을 최소한으로 할 수 있으므로 전신에 균등한 선량을 조사할 수 있는 이상적인 방법으로 알려져 있지만, 본원에서는 치료 Table위에 무릎을 구부리고 앉는 굴곡 좌우 자세를 선택했다. 그 이유는 본원의 치료실 크기는 6×8m로 선원으로 부터 치료실 벽면까지의 거리가 400cm였으나 치료실 벽면으로부터의 산란선 부가를 최소한으로 하기위해 치료거리를 350cm로 하여야만 했다. SAD 350cm에서의 조사야 크기는 140×140cm였으므로 이러한 크기에서는 기립한 환자를 조사야내에 충분히 포함시킬 수가 없었다.

또한 전체 조사야의 90%밖 끝부분에서는 선량감소가 급격히 일어나므로 환자를 전체 조사야의 90%안에 포함시켜야 하기 때문에 굴곡 좌우 자세를 선택했다. 측면대향 2문 조사방법에서 환자의 양팔은 흉부의 두께를 더해주는 역할을 하므로 폐에 조사되는 방사선량을 감소시키는 보상체 역할을 하는 것으로 알려져 있다.

4. Simulation 및 Calibration

Simulation 및 Calibration은 TBI 개시 3일전에 시행하였고, 3일동안 Compensator, Lung Block을 제작, Phantom을 통한 선량측정을 하여 실제 치료에 차질이 없도록 하였다. Simulation 및 Calibration방법은 다음과 같다.

- ① 치료기의 Gantry는 270°로 하여 선속방향이 수평이 되도록 하여 치료실 벽면쪽을 향하도록 한다. Collimator는 40×40cm로 하여 SAD 350cm에서이 조사야는 140×140cm가 되도록 한다.

- ② 치료실 벽면에 백색 스크린을 치료 조사야 140×140cm보다 약간 크게 붙인후 조사야 지시램프에 의해 나타난 조사야의 유효 조사야(90% 조사야)를 표시해 놓는다.
- ③ 환자를 치료지지대 위에 굴곡좌우로 앉힌후 치료 Table을 이동시켜 SAD 350cm 되는 곳에 고정시킨다. 이때 환자는 유효 조사야 (90%조사야)안에 포함시키도록 하여야 한다.
- ④ 환자의 자세와 조사야가 결정되었으면 조사야 지시램프에 의해 나타난 환자의 그림자를 백색 스크린 위에 그려 넣는다.
- ⑤ 치료 Table을 움직여 환자를 선속밖으로 빼낸다음 백색스크린 위에 나타난 환자의 그림을 Block Tray 위치(65.4cm)에 아크릴판을 끼운후 아크릴판위에 환자의 그림을 옮겨 그린다. 이판을 이용하여 후에 보상체를 제작한다.
- ⑥ 보상체(Compensator)제작 및 선량계산을 위하여 치료 Table 위에 환자를 치료자세 상태로 유지한채 특정한 부위인 머리, 목, 흉부, 배, 골반, 무릎, 발목의 부위를 구분하여 측면두께 및 길이를 측정하여 기록한다.
- ⑦ 환자의 전면 흉부사진과 측면 흉부사진을 이동형 X-ray 장치를 이용하여 실제 치료거리인 350 cm에서 찍는다. 이 사진을 이용하여 폐 차폐 Block제작과 폐 보상체 제작을 한다.

5. 보상체 제작

좌우 대향2문 조사방법으로 치료할 경우 환자 체표면 윤곽의 불규칙성이 큰 까닭에 환자의 전 체부분에 균등한 선량을 주기 위해서는 적당한 두께의 보상체를 사용하여야 한다. 보상체를 제작하기 위해서는 우선 조직 결손정도, 보상체 재질의 밀도, 조직결손과 보상체의 두께비를 알아야 한다. 보상체는 자체에 의한 산란을 제거하기 위해 피부에서 멀리 떨어진 Block Tray위에 고정시켰고, 보상체의 재질도 Al, Cu, Pb등을 쓸수 있으나 본원에서는 다루기 편리하고 얇은 두께로 제작할 수 있는 Pb를 사용하였다.(밀도: 11.35g/cm³) 보상체의 크기는 다음의 공식으로 구할 수 있다.

$$r = \frac{S}{F} R \dots\dots\dots ①$$

① r : 축소된 보상체의 크기
 ② R : 실제 보상부분의 크기
 ③ F : 선원에서 선량이 보상되어야 하는 지점까지의 거리
 ④ S : 선원에서 보상장치가 놓인 지점까지의 거리

조직결손에 의한 보상체의 두께는 다음의 공식으로 구할 수 있다.

$$L_{comp} = \frac{T}{\rho C_{comp}} \times \frac{TD}{2} - \left| \frac{\ln K}{\mu_{eff}} \cdot \frac{T}{\rho C_{comp}} \right| \dots\dots\dots ②$$

T는 보상체의 두께비(Thickness Ratio)를 나타내며 방사선의 에너지, 조사야 조직 결손두께, 피부와의 거리에 따라 변하지만 보상체 피부와의 거리가 20cm이상이고 에너지가 10MV이하에서는 0.7 정도인 것으로 알려져 있다. ρ_{cm} 는 보상체의 밀도를 나타낸다. TD는 측방선량 교정계수(off-Axis Correction Factor)이고 이것은 중심축에서 멀어질수록 방사선이 약화되는 것과 환자의 여러부위에 따른 유효 산란면적(Effective Scattering Field Size)을 나타낸다. 폐 조직이 포함되어 있는 흉부의 결손 두께는 치료계획시 찍어둔 흉부 전면사진과 흉부 측면사진을 이용하여 다음의 공식으로 구할 수 있다.

$$TD = L_{TC} - L_{Lung} + (1 - \rho_{Lung}) L_{Lung} \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

- L_{TC} : 전체 흉부의 두께
- L_{Lung} : 전체 흉부에서 Lung 부분만의 두께
- ρ_{Lung} : 폐의 밀도

위와 같은 방식으로 구해진 보상체를 치료계획시 만들어둔 보상체용 아크릴판 위에 그려진 환자의 모양에 그대로 부착하여 움직이지 않도록 고정한다.

6. Lung Block 제작

치료계획시 찍어놓은 흉부 측면사진을 이용하여 차폐부분을 결정한 후 확대율을 계산, 5HVL 두께의 차폐 Block을 제작, 보상체판에 부착할 수 있도록 하였다. 방사선 전신조사 치료시 가장 큰 실패원인은 방사선에 의한 폐렴발생으로 알려져 있다. 본원에서는 이를 고려하여 총 선량 1200 cGY 중 폐선량을 900cGY가 되도록 하였다.

7. Beam Spoiler (방사선 산란장치)

피부선량을 높이기 위하여 조사야를 충분히 포함할 수 있는 크기인 160×160cm, 두께 1.0cm의 아크릴판을 이용하여 방사선 산란장치를 만들었고 바퀴를 부착하여 설치와 이동에 편리하도록 하였다.

8. 치료방법

환자를 치료 Table 위에 굴곡좌위로 앉힌후 치료 Table을 SAD 350cm 되는 곳에 위치 시킨다. 조사야 지지용램프를 이용하여 치료계획시 치료실 벽면에 그려놓은 환자그림에 환자의 자세를 일치 시킨다. 환자의 자세가 일치 되었으면 치료 Table을 고정하고 Beam Spoiler를 이동시켜 환자 표면으로 부터 20cm 떨어진 곳에 위치시킨다. 보상체판을 Block Tray 위치에 설치한 후 방사선을 조사한다. Lung Block 사용시 조사야 확인용 film을 찍어 치료 총선량은 1200cGY로 하였으며, 일일선량은 300cGY로 4일간 하루에 한번 치료했다. 치료 2일째와 4일째 날은 150cGY씩 폐를 차폐하여 폐에는 총선량 900cGY가 되도록 하였다. 선량률은 15-20cGY/min 정도가 되도록 하였으며 치료에 필요한 MU는 다음의 공식으로 구하였다.

$$MU = \frac{TD}{TMR \times Sf \times Tf \times \text{Out Put at SAD 350cm}} \dots\dots\dots ④$$

TMR : Tissue Maximum Ratio

Sf : Spoiler factor

Tf : Compensator용 아크릴판의 감약계수

TD : Tumor Dose

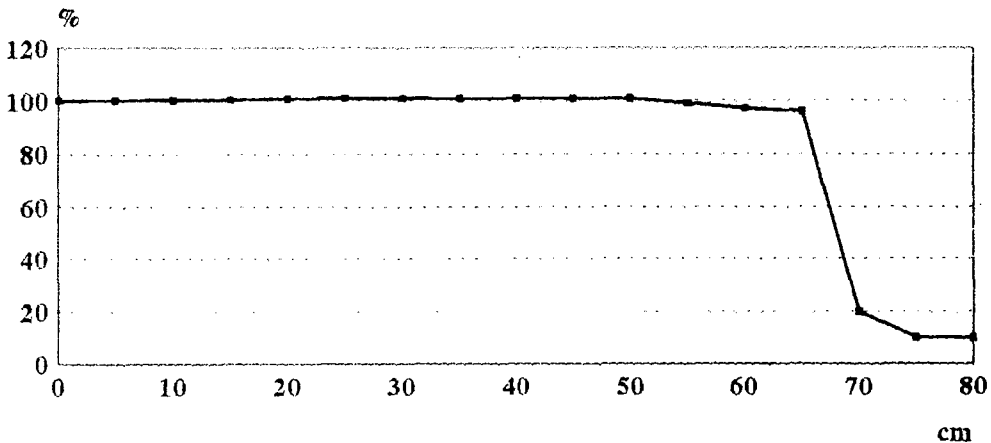
Ⅲ. 결 과

1. 조사야의 평탄도

조사야의 평탄도는 PWT-Freiburg 0.3cc Ion chamber, PTW-IQ4 Electrometer, 30×30cm Polystyrene phantom을 사용하여 SAD 350cm, 조사야 140×140cm에서 Ion chamber를 phantom 20cm 깊이에 위치시킨 후 조사야 중심축으로 부터 외곽으로 5cm씩 이동하면서 80cm까지 측정하였다. <그림 1>은 선량분포를 그래프로 나타낸 것이다. 중심축으로 부터 20cm 떨어진 지점에서 최대선량을 나타내며 중심축에서 60cm 떨어진 지점, 즉 총 조사야의 90%까지는 균등한 선량분포를 나타내고 그 이상에서는 선량감소가 일어나는 것을 볼 수 있다. 그러므로 실제 치료시에는 환자를 전체 조사야의 90%안에 포함되도록 하여야 한다.

BEAM PROFILE

along the principal axis at 350cm SAD



<그림 1> Beam profile along the principal axis at 350 SAD Field size 140×140cm

2. 전신선량 분포

전신선량 분포는 Humanoid phantom을 이용하여 보상체를 사용하지 않았을 경우와 보상체를 사용하였을 경우 phantom 중심축에서의 선량을 측정하였다. <표 1>은 phantom 각 부위의 측정치를 나타내는 것으로서 보상체를 사용하지 않았을 경우 두께 차이에 의한 선량분포가 크게 나타났으나 보상체를 사용했을 경우 선량분포가 거의 균등함을 알 수 있다. <그림 2>는 각 부위의 선량을 그래프로 나타낸 것이다.

PHANTOM DOSIMETRY

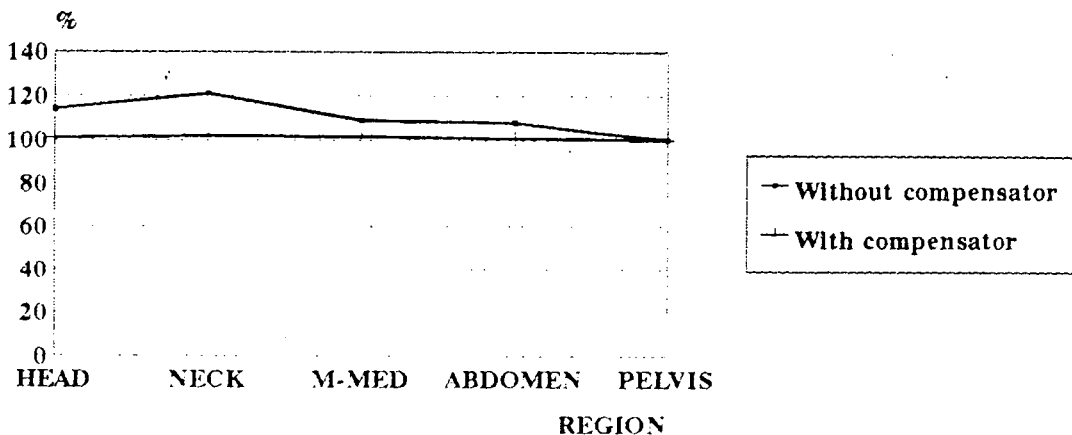
With and Without compensator

REGION	Half thickness (cm)	Without Compensator (%)	With Compensator (%)
HEAD	7.5	114	100.9
NECK	6	121	101.9
MID-MEDIASTINUM	19 (8)	109	101.4
ABDOMEN	13	108	100.6
PELVIS	16	100	100

<표 1> TBI in phantom dosimetry bilateral fields
10 MV X-ray with and without compensator

PHANTOM DOSIMETRY

With and Without compensator



<표 2> Comparison of dose distribution with compensator
and without compensator in phantom.

3. Lung Bolck의 제작

Lung Bolck을 사용하여 폐를 차폐하면서 치료하는 2일째와 4일째날에는 조사야 확인용 film으로 조사야를 확인하였다. 확인 결과 거의 오차가 없었으며 2cm 이하의 오차는 환자 호흡에 의한 오차로 생각하고 차폐 Block교정을 하지 않았다.

4. 정확한 조사야 재현 및 시간단축

치료벽면에 환자의 그림자를 그려넣어 환자의 위치잡이시 정확한 재현이 가능했으며 환자 set-up 시간을 단축시킴으로써 전체치료 시간을 단축시킬 수 있었다.

IV. 결 론

- 1) 확장된 SAD에서의 선량의 평탄도 및 보상체 제작에 의한 전신선량 분포가 치료에 적합하였다.
- 2) 적절한 두께의 산란체를 사용하여 피부에 충분한 선량을 줄 수 있었다.
- 3) 기립자세로 전신조사 치료를 하기에는 치료실이 작은 경우 환자의 자세를 굴곡좌위로 함으로써 치료거리를 줄여서 치료할 수 있었다.
- 4) 치료실 벽면에 환자의 그림자를 그려넣어 조사야의 정확한 재현이 가능했으며 전체 치료시간을 단축할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. FT Serota · Ed Burkey CS August . GJ D'Angio ; Total body irradiation as preparation for bone marrow transplantation in treatment of acute leukemia and aplastic anemia, Int J Radiat Oncol Biol Phys 9 : 1941-1949. 1983.
2. LL Munoz, MD Wharam. H Kaizer. BC Leventhal; Magna-Field irradiation and autologous marrow rescue in the treatment of pediatric solid tumors, Int J Radiat Oncol Biol Phys 9: 1951-1954, 1983.
3. TJ Kinsella · D Flanbiger. A Diesseroth. R Makuch. B Waller. P Pizzo. E Glatstein; Intensive combined modality therapy including low dose TBI in high risk Ewing's Sarcoma patients, Int J Radiat Oncol Biol Phys 9: 1955-1960, 1983.
4. GJ D'Angio · AE Evans ; Cyclic, low dose total body irradiation for metastatic neuroblastoma, Int J Radiat Oncol Biol Phys 9 : 1961-1965, 1983.
5. GF D'Angio ; Symposium on Magna-Field irradiation, Rational, Technique, Results, 9 : 1905, 1983.
6. FM Khan · JF Williamson · W Sewchand · Th Kim ; Basic data for dosage calculation and

- compensation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 29 : 1167-1173, 1994.
7. R Miralbell · M Rouzaud · E Grob, et al ; Can a total body irradiation technique be fast and reproducible?, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 29 : 1167-1173, 1994.
 8. Do Findley · DD Skov · KG Blume ; Total body irradiation with a 10MV Linea accelerator in conjunction with bone marrow transplantation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 6 : 695-702, 1983.
 9. DJ Gladstone · MV herk · LM Chin ; Verification of lung attenuator positioning before total body irradiation using an electronic portal imaging devise, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 27 : 499-459, 1983.
 10. RG Evans ; Radiobiological considerations in Magna-Field irradiation, *Int j Radiat oncol Biol Phys* 9:1917-1911, 1983.
 11. JV Dyk ; Magrna-Field irradiation : Physical considerations, *Int J Rediat Oncol Biol Phys* 9: 1913-1918, 1983.
 12. JM Galvin ; Calculation and prescription of dose for total body irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 9:1919-1924, 1983.
 13. B Shank ; Techniques of Magna-Field irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 9:1925-1931, 1983.
 14. RJ Miller · EA Langdon · AS Tesler ; Total body irradiation utilizing a sigle Co-60 Souce, *Int J Rakiat Oncol Biol Phys* 1:549-552, 1976.
 15. WC Law · BA Lindsoug · SE Order · DG grant ; The dosimetuy of Co-60 total body irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 5 : 905-911, 1979.
 16. Ch Obcemea · RK Rice · BJ Mijnheer · RL Siddon, et al ; Three-dimensional dose distribution of total body irradiation by a dual source total body irradiator, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 24 : 789-793, 1992.
 17. WR Lutz · PW Dougan · BE Bjarngard ; Design and characteristics of facility for total body and large field irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 15 : 1035-1040, 1988.
 18. GP Glasgow · S Wang · J Stanton : A total body irradiation stand for bone marrow transplantation patients, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 16 : 875-877, 1989.
 19. JC Breneman · HR Elson · R Little, et al ; A technique for delivery of total body irradiation for bone Marrow transplantation in adults and adolescents, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 18 : 1233-1236, 1990.
 20. HJ Deeg : Acute and delayed toxicities of total body irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 9 : 1933-1939, 1983.
 21. JR Cassady · S Order ; B Comitta, et al : Modification of gastrointestinal symptoms following irradiation by low dose rate technique, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1:15-20, 1975.
 22. FB Petersen · HJ Deeg · CD Buckner, et al ; Marrow transplantation following escalating doses of fractionated total body irradiation and cyclophosphanide-A phase I trial, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 23 : 1627-1032, 1992.
 23. NJ Tarbell · DA Anato · JD Down, et al : Fractionation and dose rate effects in mice : a model

- for bone marrow transplantation in man, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 13 : 1065-1069, 1987.
24. Nj Tarbell · EC Gjuinan · C Niemeyer, et al ; Late onset of renal dysfunction in survivors of bone marrow transplantation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 15 : 99-104, 1988.
 25. ED Thomas ; Total body irradiation regimens for marrow grafting, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 19 : 1285-1288, 1990.
 26. HW Vriesendorp · MG Herman · R Saral ; Future analyses of total body irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 20 : 635-637, 1991.
 27. B Shank · S Hopfan · JH Kim, et al ; Hyperfractionated total body irradiation for bone marrow transplantation : I. Early results in leukemia patient, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 7 : 1109-1115, 1981.
 28. PGS Giri · BF Kimler · UP Giri, et al ; Comparison of single, fractionated and hyperfractionated irradiation on the development of normal tissue damage in rat lung, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 11 : 527-534, 1985.
 29. ED Thomas · RA Clift · J Hersman, et al ; Marrow transplantation for acute nonmyeloblastic leukemia in first remission using fractionated or single dose irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 11 : 527-534, 1985.
 30. M Resbeuk · D Cowen · D Blaise, et al ; Fractionated or single dose total body irradiation in 171 acute myeloblastic leukemias in first complete remission : Is there a best choice?, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 31 : 509-517, 1995.
 31. JLRY Torres DS Bross · WC Lam, et al : Risk factors in interstitial pneumonitis following allogeneic bone marrow transplantation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 8 : 1301-1307, 1982.
 32. A Barrett · MH Depledge · MI Biol, et al ; Interstitial pneumonitis following bone marrow transplantation after low dose rate total body irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 9 : 1029-1033, 1983.
 33. TJ Keane · JV Dyk · WD Rider ; Idiopathic interstitial pneumonia following bone marrow transplantation ; the relationship with total body irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 7 : 1365-1370., 1981.
 34. P Latini-C Aristei · F Aversa, et al ; interstitial pneumonitis after hyperfractionated total body irradiation in HLA-matched T-depleted bone marrow transplantation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 23 : 401-405, 1992.
 35. CH Kang · SK Kum · SJ Ahn, et al ; Acute response to Co-60 total body irradiation with 600 cGY at 3 different dose rates in the mice, *J Korean Soc Ther Radio* 8 : 151-154, 1994.
 36. SJ Park · WK Chung · SJ Shin Ahn, et al ; Utilization of tissue compensator for uniform dose distribution in total body irradiation, *J Korean Soc Ther Radio* 12 : 233-241, 1994.
 37. DR Choi · IB Choi · SJ Park, et al ; Total body irradiation technique : Basic data measurements and in vivo dosimetry, *J Korean Soc Ther Radio* 12 : 219-223, 1994.
 38. SJ Ahn, WS Kang, SJ Park, et al ; The dosimetric data of 10MV Linear accelerator Photon beam for total body irradiation, *J Korean Soc Ther Radio* 12 : 225-232, 1994.
 39. SM Chung · IB Choi · IA Km, et al ; Result of total body irradiation in allogeneic bone marrow

transplantation for acute non-lymphocytic leukemia, J Korean Soc Ther Radio Vol 10 : 247-253, 1992.

40. SM Chung · IB Choi · Km Kang, et al ; total body irradiation for allogeneic bone marrow transplantation in chronic myelogenous leukemia, J Korean Soc Ther Radio Vol 12 : 209-217, 1992.

41. JI Park · HS Choi · SK Nah, et al ; Fractional dosimetry for total body irradiation, J Korean Radiotherapeutic technology 1 : 84-92, 1985.