전신방사선조사(Total Body Irradiation) 시 Beam Spoiler와 환자 간의 거리에 관한 고찰

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 방사선종양학과

최종환 · 김종식 · 최지민 · 신은혁 · 송기원 · 박영환

목 적: 골수 또는 주변 줄기세포 이식을 목적으로 시행하는 전신방사선 조사시, 표면선량의 증가를 위하여 사용되어지는 산란판(beam spoiler)과 환자간의 거리에 따른 표면선량 변화를 측정하여 적정거리를 찾고자 한다.

대상 및 방법: 본 연구를 위해 6 MV X선을 사용하였으며, 조직등가고체팬텀(30×30×30 cm^3)과 평형평판형 전리함 및 전위계를 사용하였다. 선원에서 기준이 되는 팬텀 중심까지의 거리를 400 cm로 위치시키고 조사야 40×40 cm^2에서 얻은 측정치를 기준값으로 하였다. 또한 평형평판형 전리함을 고체팬텀의 선원 쪽 표면과 선원 반대쪽 표면에 각각 위치시켜 입사지점 선량과 출구지점 선량을 측정하였다. 산란판과 환자와의 적정 거리를 연구하기 위하여 조직 등가 고체 팬텀과 산란판 간의 거리를 1~200 cm 까지 변화시켜 가며 표면 선량을 측정하였다. 이때 조직등가 고체 팬텀은 고정시키고 산란판을 선원방향으로 일정한 간격으로 변화시켜 입사지점 선량과 출구지점 선량을 측정하였으며 이 값을 기측정된 팬텀 중심부 선량으로 나누어 백분율로 분석하였다. 각각의 경우에 대해 MU는 300씩 조사하였다.

결 과: 기준이 되는 체내 중심 선량을 처방 선량으로 간주하였고 산란판의 유무에 관계없이 체내 중심 선량과 출구 선량은 각각 10.7 cGy, 6.7 cGy로 측정되었다. 조직 등가 고체 팬텀과 산란판 사이의 간격이 50~60 cm일 때 입사지점 선량 값은 14.58~14.92 cGy 로 측정되어 기준점 대비 99.4~101% 범위를 보임에 따라 표면 선량값이 처방선량에 가장 근접한 값으로 측정되었다.

결 론: 본 실험 결과 전신방사선조사시, 조직등가 고체팬텀과 산란판 사이의 간격이 50~60 cm일 때 표면선량을 처방선량에 가장 근접하게 조사할 수 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 산란판과 환자와의 거리를 50~60 cm에 위치시켜 표면선량의 over dose나 under dose의 발생 방지를 위한 주의가 반드시 필요하겠다.

핵심용어: 전신방사선조사, 산란판, 피부와 산란판까지의 거리, 표면선량

서 론

백혈병(leukemia)은 백혈구(leucocyte)가 종양성으로 증식하여 병적인 유약백혈구가 혈액 속에 유출되는 질환이다. 이때 골수의 거부를 막기 위하여 꼭 필요한 것이 면역억제이다. 치료법으로는 백혈병세포를 죽이기 위한 화학적 요법과 방사선 요법이 널리 쓰이고 있으며 이 중 방사선 요법인 전신방사선조사(Total body irradiation)는 환자의 골수에 건강한 골수세포를 이식하는 골수 이식(bone-marrow transplantation) 전 골수의 재구성을 위한 준비단계로 전신에 외부 방사선(external beam)을 조사하여 유해한 세포를 죽이거나, 면역체계의 억제를 위하여 행하여진다. 전신방사선조사시 방사선 조사선량은 총 900~1,200 cGy로 간질성 폐렴과 백내장 등 환자의 부작용을 최소화하기 위하여 3~4일에 걸쳐 분할치료를 하게 된다. 이 때 사용하는 선형가속기(Linear accelerator)로 광자선(photon)을 인체에 조사하게 되면, 최대 선량점(buildup point)이 피부나 표면조직보다 신체의 내부 쪽에 형성된다. 그렇기 때문에 상대적으로 피부에는 적은 선량을 받게 된다. 이를 방지하기 위하여 사용되어지는 산란판(beam spoiler)은 표면선량을 증가시킬 목적으로 사용되어 진다. 산란판을 사용함으로써 표면선량을 처방선량의 90 % 이상까지 높여줄 수 있다.[1] 산란판의 효과는 빔 산란판의 원자번호, 두께, 산란판과 표면사이의 거리에 따라 결정되어진다. 산란판을 사용하는 것 외에 피부 또는 표면선량을 증가시킬 수 있는 것은 피부와 선원사이의 거리(surface-source distance), 조사야(field size), 빔의 에너지 등이 있다.[1] 본 논문의 목적은 전신방사선조사시 표면선량의 증가를 목적으로 사용하는 산란판과 환자의 표면 사이의 거리 변화에 따른 표

이 논문은 2006년 12월 1일 접수하여 2007년 2월 5일 채택되었음.
책임저자 : 최종환, 삼성서울병원 방사선종양학과
Tel: 02)3410-2618, Fax: 02)3410-2619
E-mail: jh3387.choi@samsung.com

면선량의 변화를 평가하여 이를 분석하고 적정한 산란판과 환자와의 거리를 찾아보고자 함이다.

대상 및 방법

1. 실험 장치

본 연구를 위해 6 MV X선 발생장치(Primus, Siemens, USA)를 사용하였으며, 표면 선량을 측정하기 위한 선량계로 평형평판형 전리함(Roose chamber, PTW, USA)과 전위계(model 2620, NE, UK)를 사용하였다. 인체와 동일한 환경을 구성하기 위해 조직등가 고체 팬텀(solid water phantom, Med-tec, USA) 판넬을 쌓아 30×30×30 cm^3으로 성인의 흉부두께에 근접하게 조합하여 사용하였으며 팬텀의 중심에 선량계를 위치하도록 하였다. X선 발생장치와 팬텀 사이에는 본원에서 실제 전신방사선 조사 시 사용되는 아크릴 재질 1 cm 두께의 산란판을 위치시켰다.

2. 실험 방법

표면선량을 측정하기 위한 방법으로 선형가속기의 콜리메이터와 팬텀 표면간에 산란판을 설치하고 팬텀 표면과 산란판간의 거리를 변화시키면서 선량을 측정하였다. 본 실험에는 실제 치료 시와 동일한 6 MV X선을 사용하였고, 선원과 선량계를 위치한 팬텀 중심까지의 간격을 400 cm으로 고정한 후 조사면을 40×40 cm^2으로 하여 팬텀 표면과 산란판 간의 거리를 변화시키면서 각각의 경우에 대해 300 MU를 조사하였다.

팬텀 중심과 표면 선량을 모두 측정함으로써 각각의 지점에 측정된 선량값이 AAPM 권고 범위 내에 포함되는지에 대해 검증하고자 하였다.[2] 먼저 중심 선량을 알아보기 위하여 팬텀 중심에 선량계를 설치하였다. 또한 출구지점 선량과 입사지점 선량을 알아보기 위해 선원 반대편 팬텀 표면에 선량계를 설치한 후 측정하고, 다시 선량계를 선원쪽 팬텀 표면으로 옮겨 각각의 선량을 측정하였다. 팬텀의 중심에서 측정한 선량을 기준이 되는 처방선량으로 간주하고, 산란판의 거리를 변화시킴으로써 얻어지는 각각의 출구지점 선량과 입사지점 선량 값을 더하여 2로 나눈 값을 처방선량, 즉 팬텀 중심에서 측정한 값으로 나누어 백분율로 환산하였다. 이 때 팬텀과 선량계는 고정시키고 산란판을 선원방향으로 일정하게 수평 이동시키면서 표면 선량값을 측정하였다. 1～10 cm까지는 1 cm 간격으로, 10～100 cm까지는 10 cm 간격으로, 마지막으로 200 cm에서 표면 선량을 측정하였다. 전신 방사선 조사 시 처방선량을 정하는 방법은 평균선량으로 정하는 방법과 제한된 평균 선량 값으로 정하는 방법, 중심부 선량의 최소 선량으로 정하는 방법, 단일점에서 정하는 방법 등이 있는데,[2] 본 논문에서는 단일 선량 처방법으로 측정하였으며 정해진 처방선량 값으로 표면선량을 평가하였다.

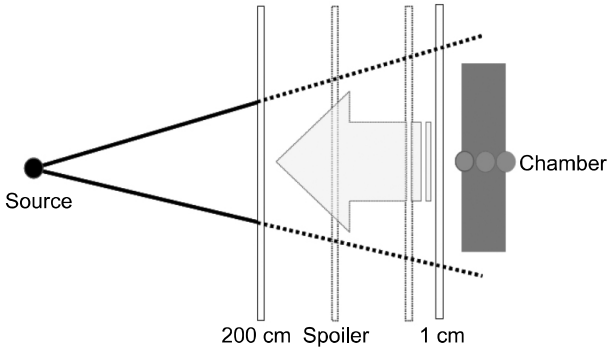

Fig. 1. The incidence dose, centeral dose and exit dose was measured by ionization chamber while the beam spoiler position was moved at 1 cm interval from 1 cm to 10 cm interval from 10 cm to 100 cm, and 200 cm.

결 과

기준이 되는 팬텀 중심부의 선량값은 10.7 cGy 이고 출구지점 선량은 6.7 cGy로 측정되었다. 이는 산란판의 유무에 관계없이 동일한 값이 측정되었다. 조직등가 고체 팬텀과 산란판 사이의 간격이 50～60 cm일 때 입사지점 선량의 값은 14.58～14.92 cGy로 측정되어 표면 선량값이 처방선량에 가장 근접한 값으로 측정되었다(Table 1). 측정 표면 선량 값이 1～100 cm 까지 넓은 범위에 걸쳐 AAPM 처방 권고범위 내

Table 1. The comparison of prescription dose to mean of exit dos plus incidence dose

Spoiler position (cm)	Incidence dose (cGy)	Prescription dose diffrence (%)
1	15,515	102.87
2～20	15,600	104.20
30	15,515	103.81
40	15,345	103.01
50	14,918	101.02
60	14,577	99.46
70	14,236	97.83
80	13,810	95.84
90	13,554	94.64
100	13,299	93.45
200	11,850	86.68

Midpoint dose: 10.7 cGy, Exit dose: 6.7 cGy

에 포함되었으나, 서론에서 언급한 바와 같이 백혈병 치료 시 피부 표면에까지 고른 방사선 조사가 필요하게 되므로 표면 선량을 최대한 처방 선량에 근접하게 조사를 하려면 환자와 산란판 사이의 간격이 50～60 cm에서 가장 좋은 결과를 보인다고 할 수 있다.

고찰 및 결론

환자의 골수에 건강한 골수세포를 이식하는 골수 이식(bone-marrow transplantation) 전, 골수의 재구성을 위한 준비단계로 전신에 외부 방사선(external beam)을 조사하여 유해한 세포를 죽이거나 면역체계의 억제를 위하여 행하여지는 전신방사선조사는 환자의 표면과 산란판간의 거리에 따라 표면선량의 값에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 이 때 환자와 산란판 사이의 간격이 50～60 cm일 경우 표면선량의 값이 처방선량값에 가장 근접함을 알 수 있었다. 임상에서 전신방사선조사시 무균카트의 크기나 환자의 치료자세 등에 의해 두께가 적은 두경부나 하체부분에서 산란판과의 간격이 멀어지거나 또는 골반부에서 가까워 질 수 있으나 일반적으로 두경부와 골반부 두께를 고려한 산란판거리 역시 50～60 cm 범위를 벗어나지 않으므로 산란판 거리에 따른 표면선량 변화가 크지 않을 것으로 사료된다. 향후 전신방사선 조사시 신체의 모든 표면과 산란판간의 거리를 50～60 cm으로 유지하고 방사선을 조사할 경우 표면선량을 처방선량에 가장 근접하여 전신방사선 조사를 할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Kassaee A, Xiao Y, Bloch p, et al.: Dose near the surface during total body irradiation with 15 MV X-ray. Int J Cancer (Radiat Oncol Invest) 2001;96(suppl.):125-130
2. Dyk J Van, Galrin JM, Glasgow GD, et al.: The physical aspects of total and half body photon irradiation. America Association of physicists in Medicine by the American institude of physics. June 1986; AAPM report No.17: 1-55
3. Ahn SJ, Kang WS, Park SJ, et al.: The dosimetric data of 10MV linear accelerator photon beam for total body irradiation. J Korea Soc Ther Radio 1994;12:225-231
4. Best S, Ralaston A, Suchowerska, et al.: Clinical application of the onedose^{TM} patient dosimetry system for total body irradiation. Phys Med Biol 2005;50:5009-5919
5. Gray L: Relative surface dose from supervoltage radiation. Radiol 1973;109:437-442

대한방사선치료학회지 2007;19(1):51-54

Abstract

Analysis of Surface Dose Refer to Distance between Beam Spoiler and Patient in Total Body Irradiation

Jong Hwan Choi, Jong Sik Kim, Ji Min Choi, Eun Hyuk Shin, Ki Won Song, Young Hwan Park

Department of Radiation Oncology, Samsung Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: Total body irradiation is used to kill the total malignant cell and for immunosuppression component of preparatory regimens for bone-marrow restitution of patients. Beam spoiler is used to increase the dose to the superficial tissues. This paper finds the property of the distance between beam spoiler and patient.
Materials and Methods: Set-up conditions are 6 MV-Xray, 300 MU, SAD = 400 cm, field size = 40 x 40 cm^2. The parallel plate chamber located in surface, midpoint and exit of solid water phantom. The surface dose is measured while the distance between beam spoiler and patient is altered. Because it should be found proper distance. The solid water phantom is fixer and beam spoiler is moving.
Results: Central dose of phantom is 10.7 cGy and exit dose is 6.7 cGy. In case of distance of 50 cm to 60 cm between beam spoiler and solid water phantom, incidence dose is 14.58~14.92 cGy. Therefore, The surface dose was measured 99.4~101% with got near most to the prescription dose.
Conclusion: In clinical case, distance between beam spoiler and patient affect surface dose. If once 50~60 cm of distance between beam spoiler and patient, surface dose of patient got near prescription dose. It would be taken distance between beam spoiler and patient into account in clinical therapy.

Key words: total body irradiation, beam spoiler, distance between beam spoiler and patient, surface dose