

전신방사선조사에서 조직보상체의 재질변화에 따른 선량평가 Dose evaluation to change the compensator in the total body irradiation

이 동 연*, 고 성 진**, 김 창 수**

부산가톨릭대학교 방사선학과 대학원*,
부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과**

Lee Dongyeon*, Ko Seongjin**, Kim Changsoo**

Graduate school of Catholic University of Pusan*,
Dept. of Radiological Science College of Health
Sciences, Catholic University of Pusan**

요약

본 연구는 소아백혈병의 치료 방법 중 하나인 조혈모세포이식법의 전처치로서 사용되고 있는 전신방사선조사법에 대하여 선량분포에 대한 연구를 진행한 것으로, MCNPX 프로그램을 이용하여 모의실험을 하였다. 결과 피부선량은 평균 112.43 mGy/min, 심부장기선량은 평균 47.52 mGy/min으로 나타났으며, 조직보상체의 재질과 거리에 따라 다르게 나타나는 경향성을 볼 수 있었으며, 결과를 바탕으로 전신방사선조사를 임하기 전에 정량적인 선량평가를 할 수 있을 것으로 생각된다.

I. 서론

국가암정보센터의 자료에 의하면 조혈모세포 이식과 제대혈 이식의 경우 과거에 비해 눈부신 발전을 하여 최근 국내 여러 기관에서 시행과 연구가 활발히 진행되고 있다고 보고되었다[1]. 조혈모세포이식법의 경우 전처치로서 항암요법과 전신방사선조사(Total Body Irradiation ; TBI)의 시행이 효과적으로 이루어지고 있다[2]. 또한 95% 이상이 소아에게서 발병되고 있다[3]. 하지만 현재 감수성이 민감한 소아에 있어서 필수적이어야 할 선량평가에 대한 연구는 아직 미흡한 것이 현실이다.

이에 본 연구는 MCNPX 모의실험 프로그램을 이용하여 치료실 내의 선형가속기에서 발생하는 광자선을 측정 한 후, 소아용 모의피폭체를 대상으로 사용되고 있는 조직보상체의 종류를 다양화 하여 TBI를 시행하였고, 각 인체 장기에 대한 흡수선량을 평가하고 그 경향성에 대해 연구하여 이상적인 선량분포를 찾아 제시하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

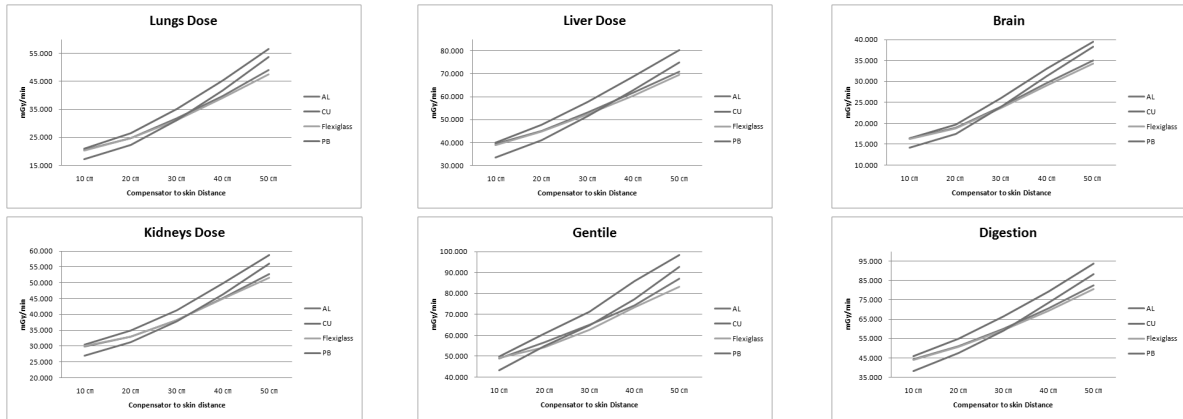
본 연구에서는 TBI시행 시 인체의 심부장기선량의 흡수선량을 측정하기 위하여 MCNPX 모의실험 프로그램을 사용하였다. 실험에서 사용한 모의피폭체는 Florida 대학에서 제작한 MIRD(Medical Internal Radiation Dose;MIRD)형 모의피폭체이다[4]. 연령대는 소아백혈병이 호발하는 나이 5 세의 모의피폭체를 선택하였고, 사용한 에너지는 6 MV X-선을 선택하였다. 그리고 TBI 시행

시 사용하는 조직보상체는 아크릴(Flexiglass, C5O2H8, 밀도 1.16 g/cm³), 알루미늄(Al13, 밀도 2.7 g/cm³), 구리(Cu29, 밀도 8.94 g/cm³) 그리고 납(Pb82, 밀도 11.34 g/cm³) 네 가지를 선택하였다. 또한 두부와 폐부분은 Lipowitz alloy(Bi83, Pb82, Sn50, Cd48 밀도 9.4 g/cm³)를 이용하여 차폐하였다. 조직보상체와 환자와의 거리는 10 cm 으로 설정하였으며, 조직보상체의 두께는 아크릴 1 cm, 알루미늄 0.5 cm, 구리 0.2 cm, 납 0.2 cm 으로 설정하여 실험하였다.

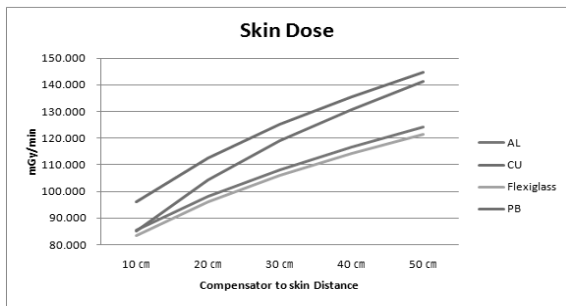
III. 결과

1. 피부선량

피부선량은 그림 1.으로 나타내었다. 세부적으로 살펴보면 아크릴의 경우 조직보상체와 환자와의 거리가 10 cm 일 때, 83.57 mGy/min으로 가장 낮은 선량을 보였고, 50 cm 일 때, 121.37 mGy/min으로 가장 높은 선량을 보였다. 알루미늄의 경우 조직보상체와 환자와의 거리가 10 cm 일 때, 85.34 mGy/min으로 가장 낮은 선량을 보였고, 50 cm 일 때, 124.06 mGy/min으로 가장 높은 선량을 보였다. 구리의 경우 조직보상체와 환자와의 거리가 10 cm 일 때, 96.17 mGy/min으로 가장 낮은 선량을 보였고, 50 cm 일 때, 144.63 mGy/min으로 가장 높은 선량을 보였다. 납의 경우 조직보상체와 환자와의 거리가 10 cm 일 때, 85.15 mGy/min으로 가장 낮은 선량을 보였고, 50 cm 일 때, 141.30 mGy/min으로 가장 높은 선량을 보였다.



▶▶ 그림 2. 심부선량



▶▶ 그림 1. 피부선량

2. 심부장기선량

심부장기는 폐, 간, 두부, 신장, 생식선, 소화기계 6부분에 대하여 측정을 하였으며, 그림 2.으로 나타내었다. 선량은 생식선 평균 67.68 mGy/min, 소화기계 평균 62.94 mGy/min, 간 평균 54.72 mGy/min, 신장 평균 40.53 mGy/min, 폐 평균 33.97 mGy/min, 두부 평균 25.29 mGy/min 으로 나타났다.

IV. 고찰

본 연구는 TBI 시행 시 사용되는 조직보상체의 재질을 변화시켜 모의실험을 진행하였다. 선량은 피부, 생식선, 소화기계, 간, 신장, 폐, 두부 순서로 많은 선량이 측정되었다.

조직보상체와 환자사이의 거리에 따른 선량변화를 보면, 피부선량과 심부장기선량 모두 거리가 멀어질수록 선량이 높게 나타나는 경향을 보였다. 이는 조직보상체를 투과한 후 발생한 산란선이 공기와 상호작용함으로써 장기에 도달하는 선량이 높아진 것으로 사료된다. 또한 구리와 납을 사용하였을 경우가 아크릴과 알루미늄을 사용하였을 경우 보다 거리가 멀어질수록 선량이 증가하는 경향이 뚜렷하였고, 아크릴과 알루미늄 그리고 구리와 납의 경우가 선량이 비슷하게 나타났다. 이는 재질의 원자번호와 밀도가 아크릴과 알루미늄, 구리와 납이 서로 비슷한 수치를 가지고 있기 때문인 것으로 사료된다. 마지막으로 두부와 폐의 경우 Lipowitz alloy를 사용하여 차폐를 하였기 때문에 선량이 낮게 나온 것을 볼 수 있

었고, 신장의 경우 다른 장기에 비해 상대적으로 후 복막에 위치해 있기 때문에 선량이 낮게 나온 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구의 목적은 TBI를 시행하기 전 방사선에 민감한 소아에게 있어서 정확한 선량을 평가를 한 후 시행하고자 모의실험을 진행하였다. 특히 현재 사용하고 있는 아크릴 재질의 조직보상체를 다른 재질로 대체할 수 있는지와 실제 심부장기에 대한 영향을 평가하고자 하였다. 그 결과 아크릴과 원자번호와 밀도가 비슷한 알루미늄의 경우 아크릴보다 두께를 절반정도 하였을 때 아크릴과 유사한 선량분포를 보였고 장기선량의 미치는 영향도 비슷하여 대체할 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 구리와 납의 경우 아크릴이나 알루미늄보다 높은 원자번호와 밀도로 인하여 차폐의 효과가 더욱 많이 일어나는 것을 볼 수 있었다. 그로 인하여 심부장기에는 적은 선량이 들어갔지만 그만큼 피부선량이 과도하게 높아짐으로 피하지방에 많은 선량이 들어가는 부작용이 일어날 것으로 생각되어 아크릴을 대체하기에는 부적절할 것으로 예상된다. 마지막으로 본 연구는 모의실험만으로 평가를 했다는 것, 조직보상체의 두께를 고정했다는 것, 그리고 실험을 전후 방향만을 선택했다는 것에 그 한계가 있다. 추후 이를 보완하여 실험을 한다면 더욱 정량적인 평가가 될 수 있을 것이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 국가암정보센터 “급성림프구성백혈병의 치료” 2012.
- [2] 김상정 외 6명, 소아 백혈병 환자의 동종 조혈모세포이식 전처치로서 전신방사선 조사 포함군과 비포함군의 비교, 대한소아과학회, 제53권, 제4호, pp 538-547, 2010.
- [3] 홍창의, 소아과학 제8판, 대한교과서주식회사, 2005.
- [4] E. Y. Han, Wesley E. Bolch and Keith F. Eckerman, Revisions to the ORNL series of adult and pediatric computational phantoms for use with the MIRD schema, University of Florida Health Phys., Vol. 90, pp. 337-359 2006.