

^{99m}Tc 주사기 차폐기구의 대한 실효성 평가

A Evaluation of Effectiveness on Technetium-99m Syringe Shield

조 용 인*, 강 세 식**, 김 동 현**, 김 정 훈**
 부산가톨릭대학교 방사선학과 대학원*,
 부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과**

Cho YongIn*, Kang SeSik**, Kim DongHyun**,
 Kim JungHun**
 Graduate school of Catholic University of Pusan*,
 Dept. of Radiological Science, College of Health
 Sciences, Catholic University of Pusan**

요약

본 연구는 핵의학과에서 사용하는 ^{99m}Tc에서 방출되는 광자에너지에 대하여 거리에 따른 인체에 대한 선량당량을 평가하였다. 그 결과 주사기 차폐기구 유무에 따라 선량당량이 차이를 보였으며, 심부선량은 차폐를 하지 않은 경우 평균 216.026 μ Gy/h, 1 mm 텅스텐 차폐를 하였을 경우 평균 4.240 μ Gy/h, 2 mm 텅스텐의 경우 평균 0.124 uGy/h의 선량을 보였다. 이에 따라 주사기 차폐기구를 필수적으로 사용하여야 하며 종사자 개개인의 피폭 관리에 항상 유념하여야 한다. 또한 본 연구결과를 바탕으로 종사자의 피폭 감소 방안에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

I. 서론

핵의학과 종사자는 방사성 의약품의 합성, 분배, 주사 등의 업무 특성상 방사성 동위원소 및 방사성 의약품에 대한 불가피한 접촉이 항상 수반되게 된다. 그 중 방사성 의약품 주사 시 사용하는 주사기 차폐기구(Syringe Shield)는 업무 시 손에 대한 피폭선량을 저감하고자 사용하는 것으로 현재 여러 형태로 상용화되어 사용되고 있다. 박준철(2012)등의 연구에 따르면 핵의학 종사자의 업무 시 차폐기구 사용에 대한 번거로움 또는 업무 효율성 저하로 인해 사용하지 않는 곳이 상대적으로 많으며, 손에 대한 피폭을 간과하고 업무를 수행한다고 보고하고 있다[1]. 이에 본 연구는 몬테칼로 기법을 기반으로 한 모의실험을 통해 핵의학과에서 사용하는 ^{99m}Tc의 에너지 영역을 기준으로 거리에 따른 선량당량과 주사기 차폐기구 사용 유무에 따른 선량당량을 평가하여 차폐기구에 대한 실효성과 종사자의 피폭에 대하여 논의하고자 한다.

II. 실험 대상 및 방법

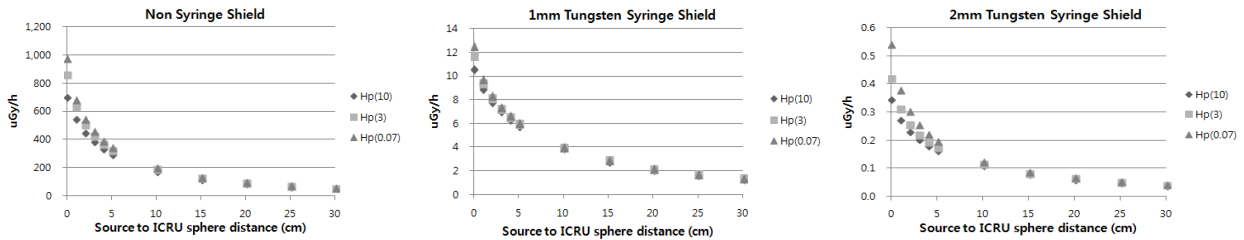
본 연구에서는 ^{99m}Tc 선원에서 발생하는 선량당량을 측정하기 위해 MCNPX 모의실험 프로그램을 사용하였다. 모의실험을 위해 국제 방사선 단위 측정위원회에서 정의한 ICRU구의 구성에 따라서 모의피폭체를 구현했다. 선원과 주사기 차폐기구는 원기둥 모양인 텅스텐(W, tungsten)과 내부에는 일정한 체적의 선원이 위치하도록 단순화했다. 본 실험에서 사용한 선원은 ^{99m}Tc에서 방출되는 감마선 18.3 keV(2.1%), 18.4 keV(3.99%), 140

keV(89.06%)을 선원 데이터로 사용했다. 선원과 거리와 차폐 유무에 따른 선량당량 평가를 위해 ICRU구는 고정된 상태에서 선원이 포함된 차폐기구에 유무에 따라 표면지점인 0cm지점에서 30cm까지의 핵의학 종사자가 선원과 접촉하는 근접한 거리를 설정했다. 선량평가는 ICRU구의 특정 깊이에서 측정할 수 있는 심부선량 Hp(10), 수정체 Hp(3), 피부표면 Hp(0.07)에 대한 개인 선량당량을 평가했다. Tally specification cards는 F6 Tally를 이용하여 단위 질량당 흡수된 에너지(MeV/g)로 획득하였고, 일반적인 핵의학 검사 중 대다수의 비율을 차지하는 전신 뼈 검사에 사용되는 20 mCi(740 MBq)의 방사능량을 고려하여 시간당 흡수선량률로 환산했다.

III. 결과

1. 주사기 차폐기구 유무에 따른 선량당량

주사기 차폐유무에 따른 선량당량 측정 결과 주사기 차폐기구 미 사용시 심부선량의 경우 평균 216.026 μ Gy/h, 수정체는 241.400 μ Gy/h, 피부표면은 256.797 μ Gy/h로 측정되었다. 일반적으로 상용화된 텅스텐 주사기 차폐기구를 사용했을 때 선량당량은 1 mm 두께의 텅스텐 주사기 차폐기구 사용시 심부선량의 경우 평균 4.240 μ Gy/h, 수정체는 4.383 μ Gy/h, 피부표면은 4.489 μ Gy/h로 측정되었다. 2 mm 텅스텐 차폐기구 사용시 심부선량의 경우 평균 0.124 μ Gy/h, 수정체는 0.133 μ Gy/h, 피부표면은 0.150 μ Gy/h로 측정되었다.



▶▶ 그림 1. Personal dose equivalent of the syringe shield thickness and ICRU sphere distance

2. ICRU구와의 거리에 따른 선량당량

ICRU구와 선원과의 거리에 따른 선량당량을 측정할 결과 그림 2에서 보는 것과 같이 차폐되지 않은 선원의 경우 ICRU와의 거리가 표면인 지점인 0 cm 지점에서 Hp(10), Hp(3), Hp(0.07)은 698.778 $\mu\text{Gy/h}$, 862.838 $\mu\text{Gy/h}$, 976.377 $\mu\text{Gy/h}$ 로 가장 높은 선량을 나타냈고, 30 cm 지점에서 Hp(10), Hp(3), Hp(0.07)은 50.514 $\mu\text{Gy/h}$, 54.925 $\mu\text{Gy/h}$, 57.615 $\mu\text{Gy/h}$ 로 측정되었다.

1 mm 텅스텐 주사기 차폐기구 내에 선원을 위치시킨 후 ICRU구의 거리에 따른 선량당량을 측정할 결과 0 cm 지점에서 Hp(10), Hp(3), Hp(0.07)은 10.540 $\mu\text{Gy/h}$, 11.654 $\mu\text{Gy/h}$, 12.528 $\mu\text{Gy/h}$, 30 cm 지점에서 Hp(10), Hp(3), Hp(0.07)은 1.262 $\mu\text{Gy/h}$, 1.307 $\mu\text{Gy/h}$, 1.328 $\mu\text{Gy/h}$ 로 측정되었다. 2 mm 텅스텐 주사기 차폐기구의 경우 0 cm 지점에서 Hp(10), Hp(3), Hp(0.07)은 0.345 $\mu\text{Gy/h}$, 0.420 $\mu\text{Gy/h}$, 0.541 $\mu\text{Gy/h}$, 30 cm 지점에서 Hp(10), Hp(3), Hp(0.07)은 0.039 $\mu\text{Gy/h}$, 0.040 $\mu\text{Gy/h}$, 0.042 $\mu\text{Gy/h}$ 로 가장 낮은 선량을 나타냈다(그림 1).

IV. 고찰

본 연구에서는 모의실험을 통해 핵의학과에서 사용하는 ^{99m}Tc 의 에너지 영역을 기준으로 거리에 따른 선량당량과 현재 상용화되어 있는 주사기 차폐기구 사용 유무에 따른 선량당량을 평가하고자 하였다. 그 결과 주사기 차폐기구를 사용하지 않았을 때의 심부, 수정체, 피부에 대한 평균 선량당량이 차폐를 하였을 때보다 높게 측정되었다. 또한 차폐기구의 유무에 관계없이 피부 선량인 Hp(0.07)에서 가장 높은 결과를 나타냈으며, 심부 선량인 Hp(10)은 가장 낮은 결과를 나타냈다. 또한 선원과 주사기와의 거리에 따른 선량은 거리가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 위와 같은 결과는 광자선이 물질과 상호작용에 따른 차폐효과로 인해 선량감소효과를 나타낸 것으로 보이며, 피부선량의 경우 광자선이 직접적으로 도달하기 때문에 상대적으로 심부선량보다 높게 측정된 것으로 생각된다. 또한 거리역자승의 법칙으로 인하여 거리가 멀수록 선량이 낮게 측정된 것으로 생각된다. 마지막으로 본 연구는 개인피폭선량계를 사용한 실제 측정을 통해 비교하지 않았다는 점과 인체 팬텀이 아닌 인체를 단순화 시켜 표현하는 ICRU구에 대한 모의 피폭체를 사용하였으므로 정확한 정량분석을 한다는 것에 있어서 제한점이 있다. 하지만 이러한 모의피폭체 평가를 통해 심부, 수정체, 피부표면선량에 대한 경향성을

파악한 것에 의미가 있으며, 모의실험을 통한 핵의학종사자의 피폭연구에 대해서 기초적인 자료를 제공할 것이라 생각된다.

V. 결론

몬테칼로 기법을 기반으로 한 모의실험을 통해 핵의학과에서 사용하는 ^{99m}Tc 의 에너지 영역을 기준으로 ICRU구와 주사기의 거리에 따른 선량당량과 현재 상용화되어 있는 주사기 차폐기구 사용 유무에 따른 선량당량을 평가하였다. 그 결과 핵의학 종사자의 피부표면에 대한 피폭선량이 상대적으로 높게 측정되었고, 주사기의 차폐기구 사용 유무에 따라서 선량감소에 효과를 나타내었다. 이에 따라 핵의학 종사자는 주사기 차폐기구의 사용을 간과해서는 안 될 것으로 판단되며, 이를 필수적으로 사용하여 종사자 개인의 피폭 관리에 항상 유념하여야 할 것으로 생각된다. 최근 치료용 방사성 의약품의 연구 및 개발이 증가함에 따라 종사자의 피폭선량 또한 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라 종사자의 피폭 감소 방안에 대한 연구가 지속적으로 이루어져 하며, 사용하는 핵종의 종류에 따라서 취급에 대한 관련 규정 또한 필요하다고 생각된다. 추후 본 연구결과를 바탕으로 사용하는 방사성 동위원소 및 방사성 의약품의 물리적 특성에 따라 피폭 감소 방안에 대한 연구가 이루어져야 된다고 사료된다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Park JC, Pyo SJ, "Study of External Radiation Expose Dose on Hands of Nuclear Medicine Workers", Korean Society of Radiological Science Vol.35. No.2. Jun2012 pp.141-149
- [2] Chung YH, Baek CH, Lee SJ, "Monte Carlo Simulation Codes for Nuclear Medicine Imaging." Nucl. Med. Mol. Imaging Vol.42. No.2. Apr2008 pp.127-136
- [3] Soren Mattsson & Marcus Soderberg, "Dose Quantities and Units for Radiation Protection," Radiatio -n Protection in Nuclear Medicine, 2013, pp7-18. Springer Berlin Heidelberg.
- [4] F. Vanhavere, E. Carinou, L. Donaldille et al, "An Overview on Extremity Dosimetry in Medical Applications" Radiation Protection Dosimetry(2008), Vol.129. No.1(3). pp.350-355