

Original Article

핵의학 검사 시행하는 환자에 의한 병원 종사자 피폭선량 평가

서울대학교병원 핵의학과¹, 서울특별시 보라매병원 핵의학과²

임정진¹ · 김하균² · 김종필¹ · 조성욱¹ · 김진의¹

Evaluation of Radiation Exposure to Medical Staff except Nuclear Medicine Department

Jung Jin Lim¹, Ha Kyoon Kim², Jong Pil Kim¹, Sung Wook Jo¹ and Jin Eui Kim²

¹Dept. of Nuclear Medicine, Seoul National Univ. Hospital

²Dept. of Nuclear Medicine, SMG-Seoul National Univ. Hospital

Purpose	The goal for this study is to figure out that medical staff except Nuclear Medicine Department could be exposed to radiation from the patients who take Nuclear Medicine examination.
Materials and Methods	Total 250 patients (Bone scan 100, Myocardial SPECT 100, PET/CT 50) were involved from July to October in 2015, and we measured patient dose rate two times for every patients. First, we checked radiation dose rate right after injecting an isotope (radiopharmaceutical). Secondly, we measured radiation dose rate after each examination.
Results	In the case of Bone scan, dose rate were 0.0278 ± 0.0036 mSv/h after injection and 0.0060 ± 0.0018 mSv/h after examination (3 hrs 52 minutes after injection on average). For Myocardial SPECT, dose rate were 0.0245 ± 0.0027 mSv/h after injection and 0.0123 ± 0.0041 mSv/h after examination (2 hrs 09 minutes after injection on average). Lastly, for PET/CT, dose rate were 0.0439 ± 0.0087 mSv/h after examination (68 minutes after injection on average).
Conclusion	Compared to Nuclear Safety Commission Act, there was no significant harmful effect of the exposure from patients who have been administered radiopharmaceuticals. However, we should strive to keep ALARA(as low as reasonably achievable) principle for radiation protection.
Key Words	Radiation Exposure , Bone scan, Myocardial SPECT, PET/CT, ALARA

서 론

핵의학 영상검사는 2001년에 약 40만 건이었던 검사 건수는 2012년에는 약 100만 건으로 급격하게 증가하고 있는 추세이다. 핵의학 영상검사의 증가로 인하여 그에 필연적으로 따르게 되는 의료 피폭 역시 증가하게 된다. 물론 환자에 대

한 진료 및 치료를 위해 행해지고 있는 의료적 행위인 검사 및 치료는 어느 정도의 방사선 피폭의 위험을 감수하고도 행해지는 필요한 행위라고 할 수 있다. 하지만 환자의 몸에 방사성동위원소를 투여하고 검사를 진행하는 핵의학 영상검사는 환자에 대한 피폭과 더불어 핵의학 검사를 시행하는 방사선 작업 종사자도 불가피하게 피폭이 증가하게 된다. 최근에는 핵의학 영상검사와 같은 날에도 여러 가지 검사를 시행하는 환자도 증가하여 일반 병원 종사자도 불가항력적인 방사선 피폭에 노출되고 있는 것이 현실이다. 하지만 핵의학 검사를 진행하는 과정에서 검사를 받는 환자 또는 핵의학 영상검사를 시행하는 방사선 작업 종사자의 피폭에 대한 연구와 논문은 많이 발표되고 있으나^{1),2),4)} 핵의학 검사를 시행하

• Received: September 26, 2016 Accepted: October 5, 2016
• Corresponding author : **JungJin, Lim**
Address for correspondence : Department of Nuclear Medicine,
Seoul national University Hospital, 28 Yongon-Dong,
Chongno-Gu, Seoul, Korea
Tel : +82-2-2072-2532
Fax : +82-2-747-0208
E-mail : nmpotato@nate.com

는 환자로 인하여 핵의학 영상검사에 관여하지 않는 일반 병원 종사자가 받는 방사선 피폭에 대한 논문과 연구는 부족한 것이 사실이다. 이에 병원에서 핵의학 영상검사를 진행할 때 핵의학 영상검사로 인한 핵의학과 이외의 일반 병원 작업 종사자가 받게 될 피폭선량에 대하여 알아보려고 한다.

대상 및 방법

핵의학 영상검사가 진행되는 일반적인 과정은 각 검사별 차이가 있다. 뼈검사 또는 심장검사는 환자가 방사성의약품 주사를 맞고 2~5시간정도 방사성의약품이 몸에 흡수되는 시간을 대기 후 검사를 진행한다. 물론 환자가 핵의학 영상검사가 종료 후에 다른 검사를 받기도 하지만 긴 대기시간 때문에 대기시간 중에 CT, MRI 또는 채혈과 같은 다른 검사를 진행하게 된다. 이때 핵의학과 이외의 일반 병원 종사자는 방사선피폭을 받게 된다.^{1),2)} 하지만 PET/CT는 방사성의약품 주입 후 이동하지 못하기 때문에 검사 종료 후에 다른 검사를 진행하게 된다. 핵의학과 영상검사 중이든 종료이든 방사성의약품을 주입한 환자를 접촉하는 일반 병원 종사자는 방사성 노출을 피할 수 없게 된다.⁴⁾ 이에 2015년 7월부터 10월까지 서울대병원 핵의학과에 방사성의약품을 투여한 뼈검사 환자 100명과 심장검사 환자 100명을 대상으로 방사성의약품을 투여 직후와 핵의학 검사가 완전히 종료된 후의 방사선량률을 50 cm와 1 m 거리에서 측정하였다.⁵⁾ 반면 PET/CT 검사는 투여 후 검사종료까지 이동을 할 수 없기 때문에 주입 후에는 일반 병원 종사자에게는 피폭이 없으므로 방사성의약품이 투여된 환자 50명을 대상으로는 PET/CT 검사가 종료된 후의 방사선량률을 50cm와 1m 거리에서 측정하였다.⁶⁾ 측정장비는 검교정이 완료된 Victoreen (FLUKE Inc., USA)과 Inspector(S.E. International, USA)를 사용하였다.



Fig 1. This is survey meter of VICTOREEN.



Fig 2. This is survey meter of ISPECTOR.

결 과

Bone scan 검사는 환자에게 평균 28.4 mCi의 방사성의약품이 투여 되었고, 검사 종료까지의 평균 경과시간은 3시간 52분이 소요되었다. 환자로부터 발생하는 방사선량률은 방사성의약품 투여 직후에 0.5 m 거리에서 0.0278 ± 0.0036 mSv/h, 1 m 거리에서 0.0137 ± 0.0021 mSv/h가 측정되었고, 검사 종료 후에 0.5 m 거리에서 0.0060 ± 0.0018 mSv/h, 1 m 거리에서 0.0028 ± 0.0009 mSv/h가 측정되었다. Myocardial SPECT 검사는 환자에게 평균 12.8 mCi가 투여 되었고, 검사 종료까지의 평균 경과시간은 2시간 09분이 소요되었다. 환자로부터 발생하는 방사선량률은 방사성의약품 투여 직후에 0.5 m 거리에서 0.0245 ± 0.0027 mSv/h, 1 m 거리에서 0.0123 ± 0.0041 mSv/h가 측정되었고, 검사 종료 후에 0.5 m 거리에서 0.0061 ± 0.0023 mSv/h가 측정되었다. PET/CT 검사는 환자에게 평균 9.2 mCi가 투여 되었고, 검사 종료까지의 평균 경과시간은 68분이 소요되었다. 환자로부터 발생하는 방사선량률은 방사성의약품 투여 직후에는 이동이 없기 때문에 측정하지 않았고 검사 종료 후에 0.5 m 거리에서 0.0439 ± 0.0087 mSv/h, 1 m 거리에서 0.0180 ± 0.0036 mSv/h가 측정되었다.⁶⁾

Table 1. 핵의학 영상검사 환자에게서 발생하는 방사선량률

검사 종류	측정 시간	0.5m 거리	1.0m 거리
Bone Scan (투여용량 : 평균 28.4 mCi)	99mTc-MDP 투여 직후	0.0278 ± 0.0036	0.0137 ± 0.0021
	검사종료 후 (평균 3시간 52분 경과)	0.0060 ± 0.0018	0.0028 ± 0.0009
MyocardialSPECT (투여용량 : 평균 12.3 mCi)	99mTc-MIBI 투여 직후	0.0245 ± 0.0027	0.005 ± 0.0013
	검사종료 후 (평균 2시간 09분 경과)	0.0123 ± 0.0041	0.0061 ± 0.0023
PET/CT (투여용량 : 평균 9.2 mCi)	18F-FDG 투여 직후	주사 후 이동 없어서 측정 안함	
	검사종료 후 (평균 68분 경과)	0.0439 ± 0.0087	0.0180 ± 0.0036

이와 같은 결과로 일반 병원종사자가 핵의학 검사를 시행하는 환자와의 0.5 m 거리에서 체류 시간이 5분간일 때 핵의학 영상검사 환자에게서 받는 방사선 피폭량을 계산해 보면 환자에게서 받는 피폭량을 계산해 보면 Bone scan은 방사성의약품 투여 직후가 0.0023 mSv이고 검사가 종료된 후에는 0.00049 mSv, Myocardial SPECT는 투여 직후가 0.002 mSv이고 검사가 종료된 후에는 0.001 mSv, PET/CT는 검사가 종료된 후에 0.001 mSv 정도임을 알 수 있었다.

Table 1. 방사성의약품을 주입 직 후 Bone scan 환자의 접촉 시간별 병원 종사자가 받는 피폭선량

99mTc-MDP 투여후	체류 시간 별 누적 피폭선량 (mSv/hr)			
	5분	10분	15분	20분
환자와 거리 0.5 m	0.0023	0.0045	0.0066	0.0088
환자와 거리 1.0 m	0.0011	0.0022	0.0032	0.0043

Table 2. 검사가 종료된 뼈검사 환자의 접촉 시간별 병원 종사자가 받는 피폭선량

검사종료 후 (평균 3시간 52분 경과)	체류 시간 별 누적 피폭선량			
	5분	10분	15분	20분
환자와 거리 0.5 m	0.0005	0.0010	0.0014	0.0019
환자와 거리 1.0 m	0.0002	0.0004	0.0006	0.0008

Table 3. 방사성의약품을 주입 직 후인 심장검사 환자의 접촉 시간별 병원 종사자가 받는 피폭선량

99mTc-MIBI 투여직후	체류 시간 별 누적 피폭선량 (mSv/hr)			
	5분	10분	15분	20분
환자와 거리 0.5 m	0.0020	0.0039	0.0058	0.0077
환자와 거리 1.0 m	0.0010	0.0020	0.0029	0.0039

Table 4. 검사가 종료된 심장 검사 환자의 접촉 시간별 병원 종사자가 받는 피폭선량

검사종료 후 (평균 2시간 09분 경과)	체류 시간 별 누적 피폭선량			
	5분	10분	15분	20분
환자와 거리 0.5 m	0.0010	0.0019	0.0029	0.0038
환자와 거리 1.0 m	0.0005	0.0010	0.0014	0.0019

Table 5. 검사가 종료된 PET/CT 검사 환자의 접촉 시간별 병원 종사자가 받는 피폭선량

검사종료 후 (평균 68분 경과)	체류 시간 별 피폭선량 (mSv/hr)			
	5분	10분	15분	20분
환자와의 거리 0.5m	0.0037	0.0073	0.0108	0.0142
환자와의 거리 1.0m	0.0015	0.0029	0.0043	0.0057

이와 같은 측정결과로 일반 병원 종사자의 피폭선량은 방사성의약품을 투여한 뼈검사 환자를 0.5m 거리에서 매일 1명씩 5분간 3개월 동안 접촉했다고 가정했을 때 분기별 피폭선량은 약 0.0092 mSv가 될 것이다. 이 피폭량은 일반인이 흉부 폐 X-ray 검사(Chest PA)의 약 1/20 정도의 피폭을 받게 된다. 하지만 본원에 내원한 환자의 조사에 따르면 내원한 환자 중 영상의학과 검사와 핵의학과 검사를 같은 날 시행하는 비율은 전체 영상의학과 환자의 5.83%였고 핵의학과 검사를 영상의학과 검사보다 먼저 진행하는 환자 비율은 전체 핵의학과 환자의 20.8%였다. 또한 핵의학 영상검사를 위해 방사성의약품을 주사를 맞은 환자가 영상의학과 검사를 진행하는 비율은 전체 영상의학과 환자의 1.2%에 불과하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 앞서 계산한 일반 병원 종사자가 매일 1명씩 핵의학 영상검사를 위해 방사성의약품을 주사를 맞은 환자를 접촉하기는 핵의학과 환자 건수를 살펴보다도 현실적으로 불가능에 가깝다고 볼 수 있다. 또한 현재 대한민국의 평균 연간 자연 방사선량률의 3 mSv와 비교하여도 핵의학 영상검사를 위해 방사성의약품을 주입한 환자에 의한 방사성 피폭은 매우 낮은 수치임을 알 수 있었다.

결론

핵의학 영상검사는 양적으로나 질적으로 지속적인 발전을 하고 있기 때문에 그에 따른 핵의학 종사자 방사선피폭 뿐만 아니라 일반 병원 종사의 피폭도 증가하게 될 것이다. 물론 방사선피폭을 줄이기 위한 여러 가지 장비 및 기술들이 개발되고 있다. 핵의학 영상검사의 특성을 잘 이해하지 못하는 일반병원 종사자들은 방사성피폭에 대하여 무분별한 두려움을 가지고 있는 것은 사실이다. 하지만 앞선 연구 결과에서 알 수 있듯이 핵의학검사를 시행하는 환자에 의한 병원 종사자의 방사선피폭은 원자력법에서 정한 선량한도와 비교하여 아주 미미하다고 볼 수 있었다. 물론 아무리 미미한 방사선이라고 할지라도 방사선방호의 대원칙인 ALARA (As Low As Reasonably Achievable)에 의거하여 불필요한 방사성피폭은 가능한 줄이고자 하는 노력이 매우 중요할 것으로 생각된다. 이에 각 병원의 의료정보시스템을 개선하여 핵의학 검사 시행 여부 및 검사 진행사항을 확인 할 수 있게 하여, 병원 종사자가 이 사실을 환자의 검사 전 또는 접촉 전에 미리 인지 가능하게 된다면 방사선 보호 장구를 착용하여 불필요한 방사선 피폭의 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

최근 핵의학 영상검사의 증가로 인하여 핵의학 검사를 시행하는 방사선 작업 종사자의 피폭도 증가하게 되었다. 더불어 핵의학 영상검사와 같은 날에 여러 가지 검사를 시행하는 환자도 증가하여 병원 종사자도 불가항력적인 방사선 피폭에 노출되고 있는 것이 현실이다. 하지만 핵의학 검사를 진행하는 과정에서 검사를 받는 환자 또는 검사를 시행하는 방사선 작업 종사자의 피폭에 대한 연구와 논문은 많이 발표되고 있으나 핵의학 검사를 시행하는 환자로 인하여 핵의학 검사에 관여하지 않는 병원 종사자가 받는 방사선 피폭에 대한 논문과 연구는 부족한 것이 사실이다. 이에 핵의학 검사로 인한 핵의학과 이외의 병원 작업 종사자가 받게 될 피폭선량에 대하여 알아보려고 한다. 2015년 7월부터 10월까지 서울대병원 핵의학과에 방사성의약품을 투여한 환자 250명 (Bone scan 100명, Myocardial SPECT 100명, PET/CT 50명)을 대상으로 방사성의약품을 투여 직후와 핵의학 검사가 완전히 종료된 후의 방사선량률을 50cm 거리에서 측정하였다. 측정장비는 검교정이 완료된 Victoreen (FLUKE Inc., USA)과 Inspector(S.E. International, USA)를 사용하였다.

핵의학과 검사를 시행하는 환자로부터 발생하는 방사선량률을 측정된 결과, Bone scan은 방사성의약품 투여 직후에 0.0278 ± 0.0036 mSv/h, 검사 종료 후(투여 후 평균 3시간 52분 경과)에 0.0060 ± 0.0023 mSv/h, Myocardial SPECT는 투여 직후에 0.0245 ± 0.0027 mSv/h, 검사 종료 후(투여 후 평균 2시간 09분 경과)에 0.0123 ± 0.0041 mSv/h, PET/CT는 투여 직후는 이동이 없기 때문에 측정하지 않았고 검사 종료 후(투여 후 평균 68분 경과)에 0.0439 ± 0.0087 mSv/h로 측정되었다.

이와 같은 결과로 병원종사자가 핵의학 검사를 시행하는 환자와의 체류 시간이 5분간일 때 투여된 방사성의약품으로 인해 받는 방사선 피폭량은 Bone scan은 방사성의약품 투여

직후가 0.0023 mSv이고 검사가 종료된 후는 0.00049 mSv, Myocardial SPECT는 투여 직후가 0.002 mSv이고 검사가 종료된 후는 0.001 mSv, PET/CT는 검사가 종료된 후에 0.001 mSv정도임을 알 수 있었다. 연구 결과 핵의학검사를 시행하는 환자에 의한 병원 종사자의 방사선피폭은 원자력법에서 정한 선량한도와 비교하여 아주 미미하다고 볼 수 있었다.

하지만 방사선방호의 대원칙인 ALALA (As Low As Reasonably Achievable)에 의거하여 불필요한 방사성피폭은 가능한 줄이고자 하는 노력이 필요할 것이다. 이에 병원의 의료정보시스템을 개선하여 핵의학 검사 시행 여부 및 검사 진행사항을 확인 할 수 있게 하여 병원 종사자가 그 사실을 사전에 인지 가능하게 된다면 방사선 보호 장구를 착용하여 불필요한 방사선 피폭의 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. 이병철, 의료피폭 저감 대책 연구, 방사선보건학회. 2008; 341-342.
2. Tuncay Bayram : Radiation Dose to Technologists per Nuclear Medicine Examination and Estimation of Annual Dose. J Nucl Med Technol 2011; 39:55-59.
3. Amy Kopisch. Exposure to Technologists from Preparing and Administering Therapeutic ^{131}I . J Nucl Med Technol 2011; 39:60-62.
4. Benjamin Guillet, PhD. Technologist Radiation Exposure in Routine Clinical Practice with ^{18}F -FDG PET. J Nucl Med Technol 2005; 33:175-179.
5. 박준철, 표성재. 핵의학 종사자에서 손 부위의 외부 피폭 선량 연구. 방사선기술과학 35권 제2호, 2012; 141-149.
6. 박훈희. PET, PET/CT 방사선 종사자의 피폭 관련요인. 대한직업환경의학회지 제24권 제1호, 2012; 3:86-95.