

## 핵의학 영상검사에서 Pocket dosimeter 착용의 유용성 평가

강동 경희대학교 병원 핵의학과  
김영빈 · 이은지 · 김건재

### Usefulness of wearing pocket dosimeter in nuclear medicine

young bin Kim, eun ji Lee, kun jae Kim

Department of Nuclear Medicine, Gang-dong Kyung Hee University Hospital, Seoul, Korea

**Purpose:** The aim of study is to find accuracy of pocket dosimeter in measuring exposed dose in compared with survey meter and to compare exposed dose according as Nuclear medicine exams. **Materials and Method:** First, radiation dose to point source(185 MBq,370 MBq, ..., 1665 MBq, 1850 MBq) were measured in using a pocket dosimeter and a survey meter. Second, radiation dose to 12 patients injected  $^{18}\text{F}$ -FDG 370 MBq were measured in using a pocket dosimeter and a survey meter. Third, radiation dose to 10 patients injected  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DPD 925 MBq were measured in using a pocket dosimeter and a survey meter. **Result:** The average is  $70.12\pm 39.36 \mu\text{Sv/h}$  in measurement of point source with Surveymeter and  $5\pm 3.06 \mu\text{Sv}$  in measurement of point source with Pocket dosimeter. The average is  $25.04\pm 6.16 \mu\text{Sv/h}$  in measurement of PET/CT patients with Surveymeter and  $2.41\pm 0.51 \mu\text{Sv}$  in measurement of PET/CT with Pocket dosimeter. The average is  $8.58\pm 0.96 \mu\text{Sv/h}$  in measurement of Bone Scan patients with Surveymeter and  $1 \mu\text{Sv}$  in measurement of Bone Scan patients with Pocket dosimeter. Significant difference found between Survey meter value and Pocket dosimeter value in all experimentation ( $p<0.001$ ). **Conclusion:** According to result Wearing Pocket dosimeter is useful in management of exposed dose in nuclear medicine exams. (Korean J Nucl Med Technol 2011;15(1):25-28)

**Key Words:** Pocket dosimeter, Survey meter

## 서 론

법정선량계란 원자력법에서 방사선작업종사자의 피폭선량 관리를 위해 강제하여 착용하는 선량계를 말한다. 방사선작업종사자가 착용하는 법정선량계는 열형광선량계(TLD)와 필름선량계가 있다. 작업특성 등을 고려하여 추가로 착용할 수 있는 선량계를 보조선량계라 한다. 보조 선량계에는 포켓 선량계, 자동선량계, 전자선량계, 개인 방사선 경보기, 기타 개인이 사용할 수 있는 누적 선량계가 있다.<sup>1)</sup> 주로 임상에서는 법정선량계만을 사용하고 보조 선량계를 사용하지 않는다.

Pocket dosimeter는 콘덴서 전리조의 한 종류로서 개인피폭선량이 가능하도록 고감도로 되어 있다. 콘덴서 전리조의 감도는 전리체적에 비례하고 정전용량에 반비례한다. 보통 콘덴서 전리조 선량계의 구성은 전리조, 전위계, 그리고 충전기의 3부분으로 되어 있으나 전리조와 전위계를 하나로 하여 만들고 충전기만을 분리하게 한 것을 포켓선량계라 한다. 충전된 포켓 선량계를 휴대하여 방사선에 조사시키면, 전리조 부분의 공기 중에서 생긴 이온쌍의 수에 비례하여 충전전기량이 소멸되어 전위는 저하되고, 저하된 전위는 수정사의 이동으로서 관측이 가능하므로, 이 이동량을 눈금판을 이용하여 읽으면 피폭선량의 측정이 가능하다. 다른 피폭선량 측정기에 비하여 포켓 선량계의 장점은 측정 조작이 간단한 점, 에너지 의존성이 비교적 적은 점, 일정한 단기간 동안의 피폭선량 측정에 적합한 점, 작업 중 피폭선량의 관측이 가능한 점 등이 있다. 단점으로는 장기간의 피폭선량 측정이 불

• Received: December 27, 2010. Accepted: March 2, 2011.  
• Corresponding author: **Kim young bin**  
Department of Nuclear Medicine, Gang-dong Kyung Hee University Hospital Seoul, 134-727, Korea  
Tel: +82-2-440-6891, Fax: +82-2-440-6904  
E-mail: bini00@empas.com

**Table 1.** Measured dose of Surveymeter and Pocket dosimeter in Point Source

Dose (MBq)	Survey meter ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Pocket dosimeter ( $\mu\text{Sv}$ )
185	12	1
370	23.4	2
555	37.4	2
740	50.2	3
925	66.3	5
1110	76.9	5
1295	88	6
1480	103	7
1655	116	9
1850	128	10

**Table 2.** Measured dose of Surveymeter and Pocket dosimeter in PET/CT Patients

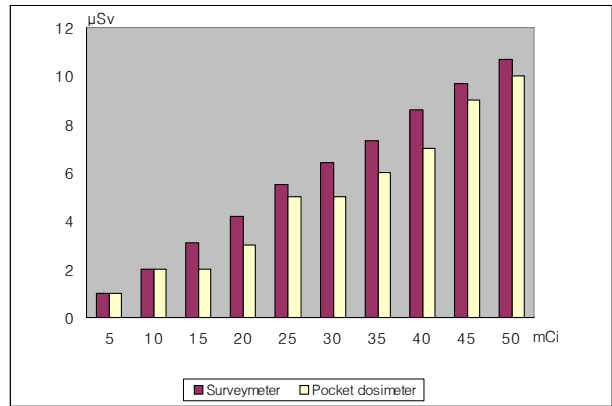
Patient	Surveymeter ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Pocket dosimeter ( $\mu\text{Sv}$ )
1	42	3
2	31	2
3	22	2
4	21	3
5	21	2
6	24	3
7	26	2
8	22.5	2
9	20	2
10	21	2
11	24	3
12	26	3

가능한 점, 선량의 결과 보관이 불가능한 점, 기계적 충격에 지시치가 변화하는 점 등이 있다.<sup>2)</sup> 요즘 나오는 반도체식 Pocket dosimeter는 진동이나 충격에 강하고 자연누설에 대한 보정이 필요 없고 습기나 외부의 온도변화에 강하며 충전할 필요가 없다.

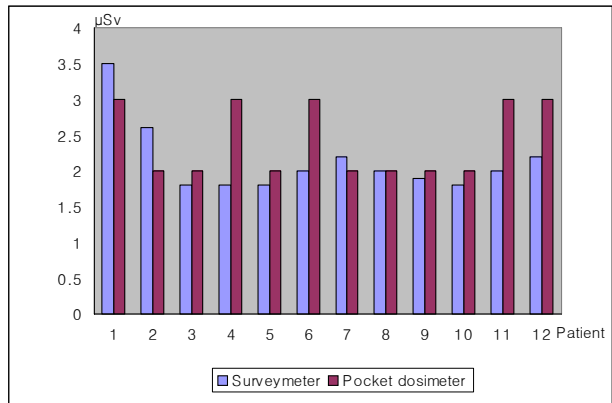
Pocket dosimeter는 실시간으로 피폭선량의 확인이 가능하여 방사선 피폭사고에 대해 빠르게 대처하고 피해를 줄일 수 있다. 주로 행하여지는 핵의학 영상검사에서 Pocket dosimeter가 Survey meter와 비교하여 얼마나 정확히 피폭량을 측정할 수 있는지를 알아보고 각 핵의학 영상검사에 따른 피폭량을 비교해보고자 하였다.

### 실험재료 및 방법

Aloka사의 PDM-112 Electronic Dosimeters와 Thermo사의 FH 40G Dose Rate Measuring Unit을 사용하였다. 2010년 9월 1일부터 9월 31일까지 본원을 내원한 PET/CT 환자 10



**Fig. 1.** Measured dose of Surveymeter and Pocket dosimeter in Point Source



**Fig. 2.** Measured dose of Surveymeter and Pocket dosimeter in PET/CT Patients

명과 Bone Scan 환자 12명을 대상으로 하였다. 방법은 첫 번째로 Tc-99m pertechnetate 185 MBq의 점선원을 50 cm 거리에서 Survey meter로 측정하고 같은 위치에서 Pocket dosimeter로 5분 동안 측정하였다. 같은 방법으로 각각 185 MBq씩 증가시켜 1850 MBq까지의 점선원을 50 cm 거리에서 Survey meter로 측정하고 같은 위치에서 Pocket dosimeter로 5분 동안 측정하였다. 두 번째로 PET/CT 검사를 받는 환자 12명을 대상으로 <sup>18</sup>F-FDG 370 MBq를 정맥주사하고 90분 후에 환자로부터 50 cm 거리에서 Survey meter로 측정하고 같은 위치에서 Pocket dosimeter로 5분 동안 측정하였다. 세 번째로 Bone Scan 검사를 받는 환자 10명을 대상으로 <sup>99m</sup>Tc-DPD 925 MBq를 정맥주사하고 3시간 후에 환자로부터 50 cm 거리에서 Survey meter로 측정하고 같은 위치에서 Pocket dosimeter로 10분 동안 측정하였다.

**Table 3.** Measured dose of Surveymeter and Pocket dosimeter in Bone Scan Patients

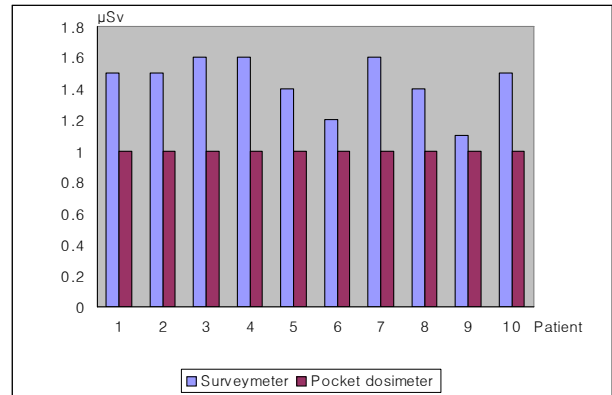
Patient	Surveymeter ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Pocket dosimeter ( $\mu\text{Sv}$ )
1	9.3	1
2	8.9	1
3	9.3	1
4	9.5	1
5	8.6	1
6	7.1	1
7	9.4	1
8	8.1	1
9	6.8	1
10	8.8	1

## 결 과

첫 번째, Perchnetate 185 MBq부터 1850 MBq까지 각각 185 MBq씩 증가시킨 점선원을 50 cm 거리에서 Survey meter로 측정한 결과 평균과 표준 편차는  $70.12 \pm 39.36 \mu\text{Sv/h}$ 였다. 같은 방법으로 Pocket dosimeter로 5분 동안 측정한 결과 평균과 표준편차는  $5 \pm 3.06 \mu\text{Sv}$ 였다(Table 1, Fig. 1). 두 번째, PET/CT 검사를 받는 환자 12명을 대상으로  $^{18}\text{F-FDG}$  370 MBq를 정맥주사하고 90분 후에 환자로부터 50 cm거리에서 Survey meter로 측정한 결과 평균과 표준편차는  $25.04 \pm 6.16 \mu\text{Sv/h}$ 였다. 같은 방법으로 Pocket dosimeter로 5분 동안 측정한 결과 평균과 표준편차는  $2.41 \pm 0.51 \mu\text{Sv}$ 였다(Table 2, Fig. 2). 세 번째, Bone Scan 검사를 받는 환자 10명을 대상으로  $^{99\text{mTc-DPD}}$  925 MBq를 정맥주사하고 3시간 후에 환자로부터 50 cm 거리에서 Survey meter로 측정된 평균과 표준 편차는  $8.58 \pm 0.96 \mu\text{Sv/h}$ 였다. 같은 방법으로 Pocket dosimeter로 10분 동안 측정된 평균과 표준편차는  $1 \pm 0 \mu\text{Sv}$ 였다(Table 3, Fig. 3). SPSS 버전 12.0을 이용하여 독립표본 t-검정으로 분석한 결과 점선원을 이용한 실험 측정 결과에서 Pocket dosimeter의 값은 Survey meter의 값에 비해 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.001$ ). 같은 방법으로 분석한 결과 Bone Scan 검사에서 측정한 Pocket dosimeter의 값은 Survey meter의 측정값에 비해 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.001$ ). PET/CT 검사에서도 같은 방법으로 분석한 결과 Pocket dosimeter의 값은 Survey meter의 측정값에 비해 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.001$ ).

## 고 찰

다른 연구에 의하면 Pocket dosimeter와 열형광선량계



**Fig. 3.** Measured dose of Surveymeter and Pocket dosimeter in Bone Scan Patients

(TLD)를 검사 건수를 기준으로 측정값을 비교하였을 때 측정값이 Pocket dosimeter가 열형광선량계에 비해 낮게 측정된다고 한다.<sup>3)</sup> 법정선량계인 열형광선량계와 Pocket dosimeter를 비교하여야 하나 열형광선량계는 바로 측정치를 알 수 없고 Pocket dosimeter로 장시간의 선량을 적산하는데 어려움이 있어서 열형광선량계 대신에 Survey meter를 사용하게 되었다. 본 연구에서는 Pocket dosimeter와 Survey meter를 비교하여 Pocket dosimeter의 정확성을 알아보고자 하였다. 제품 회사에 따르면 교정선원  $^{137}\text{Cs}$ 을 정확도를 측정한 결과 Pocket dosimeter는 오차가 10%이하고<sup>4)</sup> Survey meter는 5% 이하였다.<sup>5)</sup> Survey meter의 값이 Pocket dosimeter의 값보다 더 정확하다는 것을 알 수 있다. 점선원을 이용한 실험에서도 점선원을 같은 양으로 증가시켰을 때 Pocket dosimeter의 값에 비해 Survey meter의 값이 일정하게 증가됨을 알 수 있었다. Bone Scan 환자를 Survey meter로 측정하였을 때는 모두 다른 값을 나타내었는데 Pocket dosimeter로 측정하였을 때 모두 1  $\mu\text{Sv}$ 로 측정치를 나타내었다. Pocket dosimeter는 1  $\mu\text{Sv}$ 미만의 값은 나타내지 못해 Survey meter의 측정값과 비교하는데 어려움이 따랐다. 환자를 대상으로 측정할 때 위치에 따라서 많은 측정값의 차이가 있으므로 환자마다 측정위치를 정확히 정해서 측정하는 방법이 필요하다.

## 결 론

점선원을 이용한 실험에서 점선원이 185 MBq씩 증가하는 동안 Survey meter의 측정값이 일정하게 증가되었다. Pocket dosimeter의 측정값은 같은 양으로는 증가하지 않으나 점선원이 증가할수록 측정값이 증가하였다. PET/CT 검

사에서 Survey meter의 측정값이 크게 측정된 환자가 Pocket dosimeter로 측정될 때에도 비교적 큰 값으로 측정되었다. Bone Scan 검사에서는 Pocket dosimeter의 측정값이 Survey meter의 측정값의 변화와 관계없이 모두 같은 값을 나타내었다. Pocket dosimeter의 측정값이 작은 단위의 값을 나타내지 못한 결과인 듯하다.

본 연구 결과에 따르면 점선원과 PET/CT 환자의 측정에서 Survey meter의 값이 증가할수록 Pocket dosimeter의 값이 증가됨을 알 수 있었고 모든 실험에서 SPSS로 분석한 결과 통계적으로도 유의한 차이를 나타내었다. 따라서 핵의학 영상검사에서 Pocket dosimeter의 착용은 방사선사의 피폭관리에 많은 도움을 줄 것으로 사료된다.

## 요 약

Pocket dosimeter는 열형광선량계(TLD)나 필름 배지(Film Badge)와 다르게 실시간으로 피폭량을 확인할 수 있다. 주로 행하여지는 핵의학 영상검사에서 Pocket dosimeter가 Survey meter와 비교하여 얼마나 정확히 피폭량을 측정할 수 있는지를 알아보고 각 핵의학 영상검사에 따른 피폭량을 비교해보고자 하였다. 대상은 2010년 9월에 핵의학과를 방문한 환자 22명을 대상으로 하였다. 방법은 첫 번째로 Perchnetate 185 MBq부터 1850 MBq까지 각각 185 MBq씩 증가시킨 점선원을 50 cm 거리에서 Survey meter로 측정하고 같은 위치에서 Pocket dosimeter로 5분 동안 측정하였다. 두 번째로 PET/CT 검사를 받는 환자 12명을 대상으로 <sup>18</sup>F-FDG 370 MBq를 정맥주사하고 90분 후에 환자로부터 50 cm거리에서 Survey meter로 측정하고 같은 위치에서 Pocket dosimeter로

5분 동안 측정하였다. 세 번째로 Bone Scan 검사를 받는 환자 10명을 대상으로 <sup>99m</sup>Tc-DPD 925 MBq를 정맥주사하고 3시간 후에 환자로부터 50 cm거리에서 Survey meter로 측정하고 같은 위치에서 Pocket dosimeter로 10분 동안 측정하였다. 점선원을 이용한 실험결과 Survey meter로 측정된 값은 평균 70.12±39.36  $\mu$ Sv/h이고 Pocket dosimeter로 5분 동안 측정된 값은 평균 5±3.06  $\mu$ Sv였다. PET/CT 환자에서 측정된 결과 Survey meter로 측정된 값은 평균 25.04± 6.16  $\mu$ Sv/h이고 Pocket dosimeter로 5분 동안 측정된 값은 평균 2.41± 0.51  $\mu$ Sv였다. Bone Scan 검사에서 측정된 결과 Survey meter로 측정된 값은 평균 8.58± 0.96  $\mu$ Sv/h이고 Pocket dosimeter로 10분 동안 측정된 값은 평균 1  $\mu$ Sv였다. 위 실험 측정 결과에서 Pocket dosimeter의 값은 Survey meter의 값에 비해 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.001$ ). 본 연구 결과에 따르면 Survey meter의 값이 증가할수록 Pocket dosimeter의 값이 증가됨을 알 수 있었고 통계적으로도 유의한 차이를 나타내었다. 따라서 핵의학 영상검사에서 Pocket dosimeter의 착용은 방사선사의 피폭관리에 도움을 줄 것으로 사료된다.

## REFERENCE

1. 과학기술부고시(2003-6) 개인피폭방사선량의 평가 및 관리에 관한 규정 (2003.5.27)
2. 김창균, 방사선계측학(제2판), 신광출판사. 2000;231-233
3. Talma Biran, Jolie Weininger, Shalom Malchi, Rami Marciano, and Roland Chisin. Measurement of occupational exposure for a technologist performing 18F FDG PET Scans. Health Phys. 87(5): 539-544; 2004.
4. ALOKA New Products\_PDM122[2].pdf
5. Thermo electron corporation operating instructions DB-033-961017E