http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.03.244

DAP(Dose Area Product)를 이용한 TLD와 PLD의 선량 측정 비교

Comparison on the Dosimetry of TLD and PLD by Dose Area Product

최재호*, 강구준*, 장서구**
안산대학교 방사선과*, 고려대학교 방사선학과**

Jae-Ho Choi(radiogra1@ansan.ac.kr)*, Gu-Jun Kang(junie07@ansan.ac.kr)*,
Seo-Goo Chang(jube23@korea.ac.kr)**

요약

본 연구는 현재 법령 개인선량계인 PLD와 TLD의 선량 분석을 통해 성능 차이를 알아보고자 하였다. 자동판독장치를 이용해 PLD와 TLD의 적산선량을 판독 후 선량 교정 과정을 거친 두 소자의 값은 70kVp, 200mA, 0.012sec와 42kVp, 100mA, 0.012sec의 각각의 촬영조건에서 TLD는 PLD 측정 시와 통계적 차이를 나타냈다(각각 $p<0.001$, $p<0.001$). DAP와 두 소자의 측정값 차이는 70kVp, 200mA, 0.012sec 촬영조건에서 TLD는 DAP 평균값보다 44.2mGy · cm^2이 낮은 값이 나타났고, PLD는 DAP 평균값에 15.5mGy · cm^2이 낮은 246.8mGy · cm^2으로 나타났다. 42kVp, 100mA, 0.012sec 촬영조건에서는 TLD는 DAP 평균값의 17.9mGy · cm^2이 낮은 값을 보였으며, PLD는 DAP 평균값에 7.6mGy · cm^2이 낮은 82.6mGy · cm^2으로 나타나 PLD가 DAP에 더 근접한 값을 보였다. 또한 PLD에 비해 TLD는 10개의 각 소자마다 측정된 선량 값에서 소자 상호간의 편차가 크게 나타났고, 1개의 소자를 반복 측정한 재현성 실험에서 PLD는 ± 1% 이내로 TLD ± 2% 보다 낮게 나타났다. 따라서 PLD가 TLD에 비해 선량 측정 능력면에서 더 우수한 결과가 나타났고, 진단용 방사선영역에서 방사선작업종사자의 개인피폭 관리에 PLD가 더욱 적합하고 유리함을 확인할 수 있었다.

■ 중심어 : | 개인선량계 | 열형광선량계 | 형광유리선량계 | 방사선작업종사자 |

Abstract

The results of analyzing the difference between performances of individual dosimeters on this research subjecting the PLD and TLD, which are the official personal dosimeters, through dosimetry are as follows. After scanning the integral dose using an automatic scanner, the values of two devices that went through dose adjustment process had a statistical difference in TLD and PLD measurements under each filming conditions which were 70kVp, 200mA, 0.012sec and 42kVp, 100mA, and 0.012sec ($p<0.001$ and $p<0.001$ respectively). As for the difference of measurement value between DAP and the two particles under 70kVp, 200mA, 0.012sec filming condition, TLD had a value lower than DAP average value by 44.2mGy · cm^2 and PLD had a value of 246.8mGy · cm^2 which was lower than DAP average value by 15.5mGy · cm^2, while under 42kVp, 100mA, 0.012sec filming condition, TLD had a value lower than DAP average value by 17.9mGy · cm^2 and PLD had a value of 82.6mGy · cm^2 which was lower than DAP average value by 7.6mGy · cm^2. Also, compared to PLD, each of 10 devices measured dose value in TLD had a larger deviation between the particles, and for a reproducibility test which repeatedly measured one particle, PLD had ± 1% which was lower than TLD's ± 2%. As such, PLD had a superior performance result in dose measurement capacities aspect compared to TLD, and therefore we could verify that PLD is more appropriate and advantageous in managing radiation-related task performing worker's personal radiation exposure management in the diagnostic radiation field.

■ keyword : | Personal Dosimeter | Thermoluminescent Dosimeter | Fluoro-glass Dosimeter | Radiation Workers |

접수번호 : #111024-003
접수일자 : 2011년 10월 24일
심사완료일 : 2012년 01월 06일
교신저자 : 최재호, e-mail : radiogra1@ansan.ac.kr

I. 서 론

방사성동위원소 및 방사선 발생장치의 사용은 의료기관 뿐만 아니라 산업, 연구, 교육 등 여러 분야에서 매년 증가하고 있다. 방사선작업종사자는 방사선 발생장치를 설치한 곳을 주된 근무지로 하는 자로서, 일반적으로 병·의원의 방사선사 및 의사 등이 해당된다. 특히 방사선작업종사자는 1995년「진단용방사선발생장치의 안전관리에관한규칙」에 의해 우리나라에서 최초로 국가 관리체계가 시행되었으며[1], 시행초기인 1996년에는 12,652명이었으나 2005년에는 2.9배 증가한 37,177명에 이르렀다[2]. 이와 같은 방사선작업종사자의 증가 추세는 의료복지 향상과 국민의 건강에 대한 관심 고조로 건강검진 등 방사선의 검사 및 치료의 횟수 급증과 함께 지속될 것으로 예상된다[3].

최근 연구 결과에 따르면 2008년 업종별 피폭선량현황에서 연간 5mSv 이상의 방사선에 노출된 방사선작업종사자의 수는 전체 방사선작업종사자의 약 5%(1,655명)로 나타났다[4]. 방사선으로 인한 위해는 크게 신체적인 장해와 시설, 장비 등에 대한 장해 그리고, 환경에 대한 영향으로 구분할 수 있는데, 이들 모두에 효과적인 방어수단을 강구하려면 무엇보다 방사선의 양과 종류를 정확하게 측정·분석하여야 하며, 이 중에서도 가장 중요한 것은 사람에게 노출되는 방사선에 대한 피폭을 관리하는 것이다[5]. 따라서 이러한 방사선장해의 우려를 최소화하기 위하여 보다 객관적이고 체계적인 선량 측정이 요구되며 그에 맞는 개인피폭선량계의 이용이 강조되고 있다.

개인피폭선량계는 외부피폭에 의한 피폭선량 측정에 주로 사용되며, 종류에는 필름선량계(film badge), 열형광선량계(thermoluminescent dosimeter, 이하 TLD), 포켓선량계(pocket dosimeter), 형광유리선량계(fluoro-glass dosimeter, 이하 PLD) 및 개인경보기(pocket alarm meter)가 있다. 기존에는 법적인 주 선량계로 필름선량계(film badge)와 열형광선량계(TLD)를 사용하였으며 최근 법령에 따라 형광유리선량계(PLD), 광자극선량계(Optical Stimulated Luminescence, 이하 OSL)까지 확대되었으나[6], 원자력시행령에 각 선량계에 대한 세부적인 기술 기준은 포함되어 있지 않다. 현재 국내의 경우 개인피폭선량은 주로 TLD가 가장 많이 이용되고 있으나 결과의 신뢰도에 문제가 있어 방사선 안전관리 측면에서 많은 논란이 되어 왔고[7], 이를 대체하기 위해 PLD와 OSL가 등장하면서 이들을 이용한 개인피폭선량 측정이 점차 증가되고 있다. TLD는 측정범위가 매우 넓어 열형광물질의 선택에 따라 1μSv에서 수천Sv까지 측정 가능하다. 실용온도에서 온도에 의한 변동은 5% 이내로 안정되어 있고 선량준위에 따른 감도의 직선성도 5% 이내로 양호하다. 또한 사용한 TLD를 열처리하여 재사용할 경우 재현성은 ±5% 정도로 충분히 안정되어 있다. 그러나 TLD는 PLD보다 퇴행(Fading)현상이 크기 때문에 정확한 선량측정을 위해서는 보정계수를 사용해야 하며 열처리(annealing) 후 선량이 제거되므로 기록의 영구보존이 불가능하다[8][9]. 또한 TLD의 구성물질로는 LiF/Mg,Ti, LiF/Mg,Cu,P, CaF_2/Dy, $Li_2B_4O_7$ 등이 있는데, 이는 열형광(TL)현상을 이용한다. 열형광현상이란 방사선에 의해 형광체에서 여기된 전자가 활성제가 만드는 에너지 트랩에 포획되고 포획된 전자에 열을 가하게 되면 정공과 재결합하여 빛이 방출되는 현상을 말하며 이때 포획전자 수는 조사선량에 비례하거나 발광량에 비례하기 때문에 이 발광량을 광전자증배관으로 측정함으로써 조사선량을 측정할 수 있다. PLD는 RPL(Radio-Photo Luminescence)의 원리로서 인산유리에 은입자를 입힌 선량계로서 방사선을 비추면 방사선의 흡수량에 비례하여 발광중심이 형성되며 자외선을 비추면 장파장의 형광이 방출되는 RPL(Radio Photo Luminescence)현상을 이용한 것이다. 전리방사선이 은활성인산염 Glass에 조사되면 전자 및 정공이 만들어 지고 전자는 유리구조내의 Ag^+에 포획되어 Ag^o가 된다. 한편 정공은 일단 PO_4 사면체에 포획되나 시간이 지남에 따라 Ag^+로 진행되어 보다 안정적인 Ag^{++}를 형성한다. 이들 Ag^o 및 Ag^{++}는 모두 Glass내에서 형광중심이 되어 자외선을 조사하면 이때 형광을 발생시킨다. PLD는 대체로 TLD와 유사한 성능을 가진 것으로 볼 수 있다. 특징이라면 TLD는 읽는 과정에서 열을 가하면 피폭기록이 소멸되지만 형광유리선량계는 방사선 피폭으로 생긴 유리의 격자결함을 변화하지 않고 읽을 때 조사한 자외선에 의해 형광을 내는 것이므로 피폭기록이 계속하여 누적되기 때문

에 단기간의 피폭선량으로부터 연간 집적선량의 측정도 가능하다. 하지만 TLD에 비해 보급이 보편화되어 있지 않은 약점이 있다[8][10].

개인피폭관리를 위한 개인선량계 중에서 필름선량계와 열형광선량계에 대한 선량계 자체 안정성의 문제 등 한계점이 많이 발견되고 있고, 이외에 과학 기술의 개발을 통한 유리선량계 및 광자극선량계(Optical Stimulated Luminescence, OSL) 등 다양한 개인선량계의 등장으로 법령 개인선량계의 종류도 확대와 이에 따른 논의가 이뤄지고 있는 상황이다.

따라서 본 연구에서는 현재 법령 개인선량계인 PLD 및 TLD의 선량 분석을 통하여 새로운 개인선량계로 이용이 증가하고 있는 PLD의 성능을 알아보고 개인피폭관리를 위한 선량계 선택의 기초 자료를 제시하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 장비

본 실험을 위하여 Digital X-ray 촬영장비(LISTEM BLD-150RK, KOREA)를 사용하였으며, 선량 교정된 TLD와 PLD를 만들기 위해 Ion-chamber(Radcal 2026C, USA)를 사용하였다[Fig. 1]. 또한 기준이 되는 선량을 측정하기 위하여 Dose Area Product (면적선량계, 이하 DAP)meter 1개[Fig. 3], 비교 값을 얻기 위하여 교정된 TLD와 PLD를 각각 10개씩 준비하였다[Fig. 2]. TLD는 가로 3.2mm, 세로 3.2mm, 두께 0.9mm의 LiF TLD-100 chip(Harshow Co. USA)을 사용하였으며, 형광유리는 50% $LiPO_3$, 50% $Al(PO_3)_3$에 B_2O_3 3%, $AgPO_3$ 7%를 넣은 유리를 사용하였다.

Fig. 1. LISTEM BLD-150RK and ion-chamber (60cc)

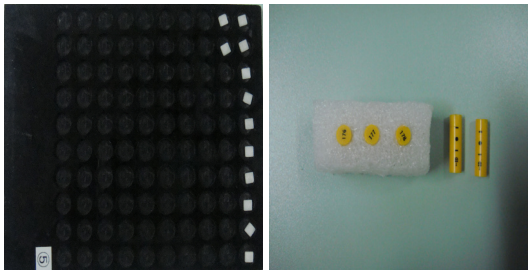


Fig. 2. Thermoluminescnt dosimeter and fluoro-glass dosimeter

2. 선량 측정

2.1 실험 조건

DAP는 다중 collimater 전면에 장착되는 평행 평편형 전리상자로, PLD와 TLD의 선량을 각각 비교하는 기준선량계로 사용하였다. 간편하고 실시간성을 갖추고 있는 선량계로 최근에는 대부분의 장치에 DAP를 설치할 수 있다. 그리고 Eneterance Surface Dose(ESD, 피부입사선량)를 나타내는 것으로 조사야 및 SID에 따른 후방산란계수 및 X-선 입사부위선량을 실시간으로 표시하며, X-선 입사부위의 피폭정도를 판단 할 수 있다. TLD와 PLD는 선량판독과정을 거치면 선량 값이 조사선량 단위인 $C \cdot kg^{-1}$값으로 나타난다. 그러므로 DAP와 비교하기 위해서는 디텍터 교정 과정을 거쳐 DAP의 단위인 $mGy \cdot cm^2$와 비교할 수 있다. 또한 선량 교정된 TLD, PLD를 만들기 위해서 Ion-chamber와 TLD, PLD를 조사야 안에 나란히 놓고 약 20회의 X선 조사를 통해 교정된 PLD와 TLD를 만들 수 있었으며 이를 가지고 같은 조건으로 조사된 선량을 비교할 수 있다. 실험배치는 SID 100cm, 조사면적 30cm × 30cm로 설정하였다. 또한 촬영실 대기조건은 온도 24.9°C, 기압 1017hPa 이고 대기보정계수를 이용하여 구하였다. 선량계의 위치는 DAP Meter를 collimator 밑에 [Fig. 3], 교정된 TLD 1개를 조사야 가운데 두고, 70kVp, 200mA, 조사시간 0.012sec, 2.4mAs와 42kVp, 100mA, 0.012sec의 실험 조건으로 1회 조사하였다. 이러한 과정을 TLD를 교체하며 10회 실시하였고 동시에 각 조사당 DAP 선량 역시 측정·기록하였다. TLD 선량 측정 후 PLD 역시 같은 방법으로 실험하였다. 재현

성 측정은 각각 5개의 소자에 대해 5번 반복 측정하여 얻었다.

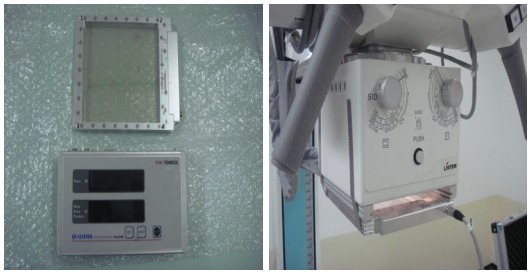


Fig. 3. DAP(Dose Area Product) Meter

2.2 선량 계산

본 실험에 사용하고자 하는 TLD의 교정을 위해 동일 선량의 방사선으로 TLD와 PLD에 조사 후 두 소자의 reader기를 통해 각 소자의 전하량(nC)을 측정하여 교정정수(Reader Calibration factor, RCF)를 결정하였다. 이때 선량측정은 60cc 전리함과 미소전류계를 이용하여 측정하였고, 전 실험 과정을 통해 각 소자의 동일성을 유지하기 위해 각 소자의 Ecc(Element Correction Coefficient)를 구하여 보정하였다. 그리고 PLD와 TLD 소자를 방사선에 노출시키기 전에 각 소자에 잔류 에너지를 방출시키기 위하여 oven을 이용하여 섭씨 240°에서 10분간 가열하고 난 후 선량 측정에 사용하였다. 또한 선량측정 후 TLD 및 PLD reader기로 전하량 값을 측정하기 전에 각 소자 내에서 생길 수 있는 noise 제거를 위해 섭씨 135°에서 10초간 예열하였다. 각 검사별 반복 조사 후 TLD reader기로 전하량 값을 얻어 식(1)을 이용하여 전하량(nC)을 조사선량(mR)으로 변환하였다[11][12]. 그리고 식(2)을 이용하여 측정값의 평균값($C \cdot kg^{-1}$)을 흡수선량(μGy)값으로 바꾸고 여기에 면적을 곱하여 면적선량계 값의 단위인 $mGy \cdot cm^2$으로 변환하여 면적선량계의 값과 비교 가능하도록 하였다.

$$X(C \cdot kg^{-1}) = \frac{ECC \times charge(nC)}{RCF} \quad (1)$$

$$mGy \cdot cm^2 = \{X(C \cdot kg^{-1}) \times 0.876\} \times cm^2 \quad (2)$$

- X: exposure dose in air
- RCF: reader calibration factor
- ECC: element correction coefficient

Ⅲ. 결 과

DAP 측정값은 70kVp, 200mA, 0.012sec 촬영조건에서 TLD 측정 시 평균 261.2mGy · cm^2으로 PLD 측정 시 262.4mGy · cm^2와 비슷한 값으로 나타났고, 42kVp, 100mA, 0.012sec 촬영조건에서는 TLD 측정 시 90.1mGy · cm^2으로 PLD 측정 시 90.2mGy · cm^2와 통계적인 차이는 관찰되지 않았다[Table 1].

자동판독장치를 이용해 적산선량을 판독 후 선량 교정 과정을 거친 두 소자의 값은 70kVp, 200mA, 0.012sec 촬영조건에서 TLD는 평균 217.0mGy · cm^2, PLD 측정 시 246.8mGy · cm^2으로 통계적인 차이를 보였으며, 42kVp, 100mA, 0.012sec 촬영조건에서는 TLD 측정 시 72.3mGy · cm^2, PLD 측정 시 82.6mGy · cm^2으로 두 소자 간 통계적인 차이를 보였다[Table 2]. DAP와 두 소자의 측정값 차이는 70kVp, 200mA, 0.012sec 촬영조건에서 TLD는 DAP 평균값의 44.2mGy

Table 1. DAP 측정값 (unit: mGy · cm^2)

조건	소자	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	Mean ± S.D.	CV	p-value
A	DAP (TLD)	250.2	255.2	261.1	263.2	262.4	267.5	262.4	263.4	261.6	265.0	261.2 ± 5.0	0.01	0.971
	DAP (PLD)	265.2	258.5	263.5	260.2	268.4	260.3	267.9	260.3	257.6	262.2	262.4 ± 3.8	0.01	
B	DAP (TLD)	89.5	91.2	91.8	89.5	90.4	90.9	89.4	89.6	89.4	89.7	90.1 ± 0.9	0.009	0.796
	DAP (PLD)	90.2	90.8	89.6	91.3	89.7	91.1	89.8	88.9	90.8	89.4	90.2 ± 0.8	0.008	

A=촬영조건(70kVp, 200mA, 0.012sec), B=촬영조건(42kVp, 100mA, 0.012sec), CV(coefficients of variation)

Table 2. TLD와 PLD의 단위변환 값 (unit: mGy · cm^2)

조건	소 자	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	Mean ± S.D.	CV	p-value
A	TLD	201.9	226.4	231.1	214.9	210.4	221.2	218.4	218.6	221.7	205.3	217.0±9.1	0.04	0.000***
	PLD	249.3	238.7	245.3	244.2	253.6	249.7	256.4	248.1	243.2	239.4	246.8±5.8	0.02	
B	TLD	74.7	70.3	74.4	69.3	73.1	71.5	73.2	70.9	72.0	73.2	72.3±1.8	0.02	0.000***
	PLD	81.4	82.5	83.3	84.0	83.5	83.2	82.1	81.5	81.7	82.9	82.6±0.9	0.01	

A=촬영조건(70kVp, 200mA, 0.012sec), B=촬영조건(42kVp, 100mA, 0.012sec)
*** : p<0.001, Mann-Whitney t-test

Table 3. DAP, TLD, PLD의 선량 차이 (unit: mGy · cm^2)

조건	소 자	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	Mean ± S.D.	CV
A	DAP-TLD	48.3	28.8	30.0	48.3	52.0	46.3	44.0	44.8	39.9	59.7	44.2 ± 9.4	0.21
	DAP-PLD	15.9	19.8	18.2	16.0	14.8	10.6	11.5	12.2	14.4	21.8	15.5 ± 3.7	0.23
B	DAP-TLD	14.8	20.9	17.4	20.2	17.3	19.4	16.2	18.7	17.4	16.5	17.9 ± 1.9	0.1
	DAP-PLD	8.8	8.3	6.3	7.3	6.2	7.9	7.7	7.4	9.1	6.5	7.6 ± 1.0	0.13

A=촬영조건(70kVp, 200mA, 0.012sec), B=촬영조건(42kVp, 100mA, 0.012sec)

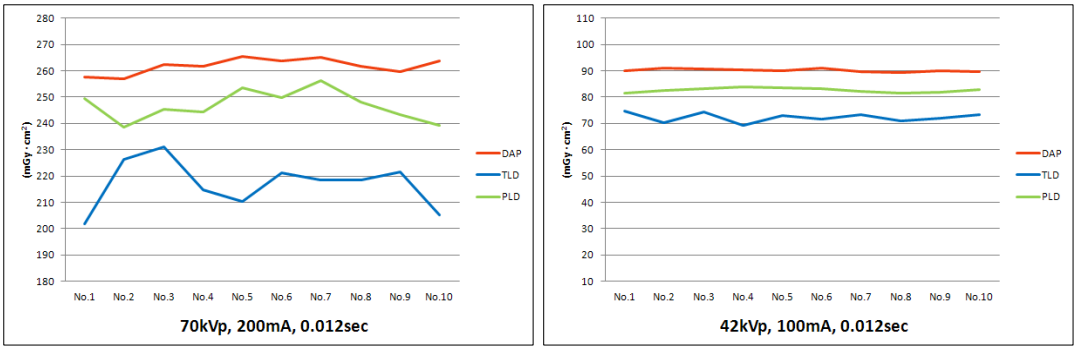


Fig. 4. DAP(평균값)와 TLD, PLD의 선량 비교 및 변동

· cm^2이 낮은 217.0mGy · cm^2, PLD는 DAP 평균값에 15.5mGy · cm^2이 낮은 246.8mGy · cm^2으로 나타났으며, 42kVp, 100mA, 0.012sec 촬영조건에서는 TLD는 DAP 평균값의 17.9mGy · cm^2이 낮은 72.3mGy · cm^2, PLD는 DAP 평균값에 7.6mGy · cm^2이 낮은 82.6mGy · cm^2로 나타났다[Table 3]. 또한 균질성에서 PLD에 비해 TLD는 10개의 각 소자마다 측정된 선량 값에서 소자 상호간의 편차가 많은 차이를 보였고[Fig. 4], 1개의 소자를 반복 측정한 재현성 실험에서는 TLD는 평균에 대하여 ± 2% 이내의 값이 나타났지만 PLD는 모든 소자에서 TLD보다 낮은 ± 1% 이내의 값을 나타냈다.

Ⅳ. 고 찰

전리 방사선은 전자방사선과 입자방사선으로 구분되며 조사 시에는 물질과 충돌하거나 물질을 통과 할 때 진행로상의 원자 및 분자와 충돌하여 그것들을 붕괴시킴으로써 이온(ion)과 유리기(free radical)를 생성하게 된다. 이들 유리기는 세포에 작용하여 세포내 고분자의 파괴로 세포의 장애를 초래한다. 가장 대표적인 표적은 DNA로 1~2 Sv에 노출되어도 분열 세포는 사망하고 분자에도 영향을 주어 유사핵 분열의 장애와 세포학적 변화와 같은 급성손상과 섬유화 및 퇴행성 변화처럼 만성적 손상이 있으며, 증식력이 큰 조직일수록 피해가 빨

리 나타난다[13]. 이는 장기간에 걸쳐 피폭을 받는 방사선작업종사자의 건강상 문제를 야기할 수 있다. 따라서 방사선작업종사자의 피폭선량을 정확히 측정할 수 있는 측정 방법을 통해 직업상에서 방사선 피폭에 따른 방사선 장해를 방지하고 허용선량 기준 내에서 방사선 피폭을 최소한으로 경감시키는 노력이 절대적으로 필요하다. 과거부터 개인의 피폭선량을 측정하는 기본 선량계로는 감광 또는 흑화작용 등 화학 작용을 이용한 필름선량계와 형광 또는 섬광 등 여기 작용을 이용한 TLD에 의해 개인피폭 선량관리가 이루어졌다. 불안전한 개인피폭선량계인 필름선량계를 대체하기 위해 현재에는 대부분의 방사선발생작업구역에서 TLD를 사용하고 있지만 TLD는 방사선의 노출 방향에 따라서 피폭선량이 부정확하게 측정될 수 있는 방향의존성이 크며, PLD에 비해 장기간 사용 시 퇴행현상이 높다. 그러므로 본 실험에서 PLD와 TLD의 객관적인 선량측정 능력을 확인한 결과 TLD보다는 PLD가 기준 선량계인 DAP의 선량과 더 근접하였다. 이는 인체에 조사되는 방사선량을 조금 더 정확하게 측정할 수 있다는 의미로 해석할 수 있다. TLD와 PLD의 공통점은 휴대가 용이하고 선량누적 측정이 가능하므로 개인피폭 선량 등을 측정할 수 있으나 PLD는 TLD에 비하여 소자의 균질성으로 인하여 편차가 적고 검출한계가 작아 효율성 및 성능에서 우수하며 선행연구에서도 이와 같은 결과를 확인하였다[14].

요약하면 PLD가 TLD에 비해 선량 측정 능력면에서 더 우수한 결과를 나타냈다. 또한, 방사선발생구역에서 방사선작업종사자의 개인피폭 관리에 PLD가 더욱 적합하고 유리함을 확인할 수 있었다. 하지만 우수한 개인피폭관리용 선량계인 PLD 역시 선량오차가 TLD나 다른 선량계보다 적지만 피폭선량을 정밀히 측정 할 수 있는 DAP 등 보다 우수한 장비로 선량을 측정 하였을 때와 비교하면 어느 정도의 오차가 존재하며 선량판독 시에도 선량이 누설 되거나 왜곡 될 가능성이 크다[15]. 이런 단점은 PLD를 선량판독 시나 방사선작업종사자가 휴대 시 선량왜곡방지를 위한 주의가 필요하며 더 나아가 방사선작업종사자가 받는 피폭선량을 계량적으로 정확히 측정하기 위한 더욱 진보된 개선을 위한 연구가 뒷받침 되어야 하며 이를 보장할 만한 정책적 노력 역시 요구된다. 또한 방사선작업종사자나 환자의 피폭선량을 줄이기 위해서는 방사선 관계법규에 적합한 시설의 완비, 철저한 방사선발생장치 및 관련기기 등의 성능관리, 고감도 방사선촬영재료의 사용, 철저한 피폭선량관리, 적절한 방사선 방어용구의 사용, 방사선안전관리에 대한 철저한 교육, 재촬영 감소를 위한 노력 등의 여러 가지를 고려할 수 있다. 그러나 무엇보다도 중요한 것은 국민과 자신의 건강을 위하여 적정한 방사선의 사용과 최소의 피폭을 위한 과학적인 접근 방법, 방사선 업무에 종사하는 각 개인이 방사선 피폭을 경감하려는 노력과 의지가 필요하다. 향후에는 X-선 뿐만 아니라 베타, 감마선 등 다른 다양한 에너지와 그 에너지 크기에 따른 선량계 평가 등 다양한 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 현재 법령 개인선량계인 PLD와 TLD를 대상으로 계측기로서의 성능 차이를 알아보고자 하였다. DAP는 인체가 받는 방사선량을 면적당 흡수선량으로 나타내어 주므로 비교적 객관적이고 정확한 피폭선량정보를 제공한다. ESD(피부입사선량)를 측정할 수 있는 DAP를 기준으로 한 두 선량계를 비교한 실험 결과에서 PLD가 통계적으로 더 우수하다는 결론을 얻었다. 이는 방사선작업종사자가 받는 직업상 피폭선량을 PLD가 TLD에 비해 정확하고 의미 있는 피폭선량을 나타낸다는 것을 의미한다. 향후 연구에서는 OSL과 PLD의 재현성 및 방향의존성, 퇴행현상 등 물리, 화학적 특성 연구가 필요하며, OSL이 PLD보다 더 우수하다는 과학적이고 합리적이라는 판단의 결과가 도출되기 전까지는 PLD가 현재 법령에서 정하고 있는 필름선량계, TLD를 대체할 가장 우수하고 증명된 개인피폭선량계이다. 또한 현재 PLD는 방사선 관리 업체들을 중심으로 급속히 보급 중이며, 이는 정확한 개인피폭관리를 위해 바람직한 현상이라 할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 보건복지부령 제349호, 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙, 2007.

[2] 식품의약품안전청, 2005년도 의료기관 방사선관계종사자의 개인피폭선량 연보, 2006.

[3] 이환영, *"의료기관 진단방사선사의 피폭 관리에 대한 인식도"*, 경북대학교 석사학위논문, 1991.

[4] International Atomic Energy Agency, Basic Requirements for Personnel Monitoring, IAEA Safety Series No.14, 1980.

[5] International Commission on Radiation Protection, General Principles of Monitoring for Radiation Protection for Workers, ICRP Publication 35 Ann, ICRP, Vol.9, No.4, 1982.

[6] 법령 제10909호, 원자력법령, 2011.

[7] 정운관, "필름배지 선량계에 의한 개인피폭선량 측정에 관한 연구", 방사선방어학회지, 제19권, 제1호, pp.41-58, 1994.

[8] 교육과학기술부, 2004 원자력 안전백서, 한국원자력안전기술원, 2004.

[9] 라정은, 신동오, 홍주영, 김희선, 임천일, 정희교, 서태석, "유리선량계의 선량 특성에 관한 연구", 방사선방어학회지, 제31권, 제4호, pp.181-186, 2006.

[10] 교육과학기술부, 2010 원자력 안전백서, 한국원자력안전기술원, 2010.

[11] 이두용, 김광진, 박희찬, "방사선 및 방사선동위원소 근로자 피폭실태 연구", 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제6호, pp.247-255, 2009.

[12] 김상태, 최지원, 조상태, "열형광선량계를 이용한 16-MDCT와 64-MDCT의 관상동맥 CT 혈관조영술 시 선량평가", 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제6호, pp.338-339, 2010.

[13] 박영선, "진단방사선 기술분야에서의 방사선 방어 실태", 대한방사선협회지, 제11권, 제1호, pp.123-124, 1989.

[14] 하정우, 하태성, 안철, "개인선량판독서비스를 위한 TLD와 GD 판독시스템의 측정 품질보증과 관련된 특성 비교", 방사선폐기물학회지, 제2권, 제1호, pp.125-131, 2004.

[15] P. N. Mobit, A. E. Nahum, and P. Mayles, "A Monte Carlo study of the qulity dependence factors of common TLD materials in photon and electron beam," Phys Med Biol, Vol.43, pp.2015-2032, 1998.

저 자 소 개

최 재 호(Jae-Ho Choi) 정회원

- 2005년 2월 : 연세대학교 산업보건학과(보건학석사)
- 2011년 2월 : 순천향대학교 환경보건학과(보건학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 안산대학교 방사선과 교수

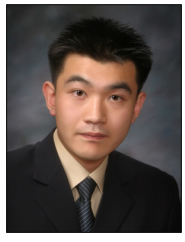
<관심분야> : 의료선량, 의료영상처리

강 구 준(Gu-Jun Kang) 준회원

- 2012년 2월 : 안산 대학교 방사선과 졸업

<관심분야> : 선량측정, 방사선피폭

장 서 구(Seo-Goo Chang) 준회원



- 2004년 8월 : 세종대학교 행정학과 졸업
- 2010년 2월 : 안산대학교 방사선과 졸업
- 2010년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 방사선학과(석사과정)

<관심분야> : 의료영상처리, 선량저감화