

## 유리선량계의 단계별 관전류량 변화에 따른 특성연구

### - A Study on Characteristic of Glass Dosimeter According to Graded Change of Tube Current -

신구대학교 방사선과·삼성서울병원 영상의학과<sup>1)</sup>

손진현·김성호·문현준·김륜균·손인화·김용준·민정환·김기원<sup>1)</sup>

#### — 국문초록 —

개인의 피폭선량 측정에 사용되는 유리선량계 (Glass Dosimeter; GD)와 선량측정용 Piranha 반도체 선량계를 이용하여 진단방사선영역에서 사용하는 저에너지 X-선 영역에서 관전류량을 변화시켜 (5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs의 저에너지 방사선) 측정하여 선량에 따른 선형성과 재현성, 그리고 지연 시간에 따른 재현성을 평가하였다.

방사선량 측정은 다기능 QA 측정기 (RTI Electronic, Sweden)인 Piranha 657의 external detector로 측정하였다. 측정 조건은 80 kVp, SSD 100 cm로 조사영역은 10 cm × 10 cm 으로 하였으며 유리선량계에 방사선을 조사하였다. 24개의 유리선량계들은 6 개의 그룹 (5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs)로 나누고 측정을 하였다.

본 연구는 저 에너지 영역에서 관전류를 변화시켜 선형성 및 재현성을 측정한 결과이며, 유리선량계의 선량 특성에서 앞선 연구의 관전압 변화에 따른 특성과 같이 저 에너지 영역에서도 유용할 것으로 사료된다.

**중심 단어:** 열형광선량계, 유리선량계, 선형성, 재현성

## I. 서 론

최근 국민의 삶의 수준이 높아짐에 따라 건강증진에 따른 피폭선량에 대한 관심도 증가하고 있다. 이로 인하여 진단방사선 영역에서 X-선을 이용한 검사의 횟수도 점점 증가하는 추세이다. 일반검사를 받더라도 의료기관에 따라, 장비를 조작하는 사람에 따라 피폭선량이 달라질 수 있기 때문에 X-선 검사 시 환자나 방사선사의 피

폭선량을 측정 및 평가하고 이를 관리하여 환자의 피폭선량을 낮추는 것이 더욱 중요해지고 있는 시점이다.

피폭선량 측정에 법정 선량계로 사용되는 필름뱃지, 열형광선량계 (thermoluminescent dosimeter; TLD), 유리선량계 (glass dosimeter; GD) 등이 있다. 필름뱃지는 구입비용이 저렴하고 측정된 방사선의 종류와 에너지를 구분할 수 있으나 반복사용이 불가능하고 현상과정에서 불확실성의 요인이 증가하는 것이 단점이다. 열형광선량계는 열처리 후 반복사용이 가능하며 방향의존성도 낮으나 방사선 조사 후 퇴행현상이 나타나며, 판독 시 열을 가하여 판독하므로 한번 판독으로 측정치가 소멸한다. 따라서, 소자의 판독 재현성을 평가 할 수 없는 것도 단점이라 할 수 있다. 유리선량계는 방향의존성이 낮고 열형광선량계와 달리 판독 시 열이 아닌 레이저를 이용하여 판독하므로 한번 판독으로 측정치가 소멸하지 않아 반복적으로 판

\* 접수일(2014년 5월 1일), 1차 심사일(2014년 5월 12일), 2차 심사일(2014년 6월 9일), 확정일(2014년 6월 18일)

\* 이 논문은 2013년도 신구대학교 교내연구비 지원에 의한 것임.

교신저자: 손진현, (462-743) 경기도 성남시 광명로 377  
신구대학교 방사선과  
Tel : 031-740-1629, FAX: 031-740-1589  
E-mail : rtsjh@shingu.ac.kr

독이 가능하다. 또한, 퇴행현상이 거의 없고 주변 환경 온도의 변화에도 영향을 받지 않는 것이 장점이다<sup>1,2)</sup>.

유리선량계의 판독원리는 유리에 도포된 은화성인산염에 방사선을 조사하면 전자 e와 정공 PO<sub>4</sub>가 생성되는데 생성된 전자는 유리구조내의 Ag<sup>+</sup>에 포획되어 Ag<sup>0</sup>가 되고 정공은 Ag<sup>+</sup>에 포획되거나 시간이 경과함에 따라 Ag<sup>+</sup>로 전환하여 보다 안정적인 Ag<sup>++</sup>를 형성하게 되는데 이를 radiophoto-luminescence (RPL)중심이라고 한다<sup>3-5)</sup>(Fig. 1). 방사선 조사 후 형성된 RPL 형광량은 시간이 지날수록 증가하고 안정되는데 이를 빌드업 특성이라고 한다. 이 빌드업의 속도는 고온에서 빨라지는 특징을 가지고 있기 때문에 유리 선량계를 판독하기 전에 전열처리 작업을 시행하여 높은 온도로 가열을 하면 빌드업 비율을 일정하게 할 수 있어 반복적인 선량 판독 시 측정치를 얻는 것이 가능하다.

한편 진단용 방사선 발생장치의 설치 및 사용횟수가 해마다 증가하고 있기 때문에 환자의 피폭선량 감감을 위한 선량측정 및 관리의 필요성이 점점 대두되고 있다<sup>6)</sup>. 2012년 11월 식품의약품처 안전평가원에서는 모의 인체팬텀 radon man phantom (Alderson Co.)과 GD를 이용하여 “일반영상의학검사의 환자선량 권고량 가이드라인”을 제시하여 검사 시 촬영부위별 촬영 프로토콜을 제시하여 최적의 영상을 얻으면서 환자가 받는 선량을 최소한으로 하도록 권고하였다<sup>7,8)</sup>. 또한, 선량측정을 위한 선량계의 비교 연구도 많이 발표되고 있다<sup>9,10)</sup>. 아울러 선행논문들에서 피폭선량측정을 위해 TLD와 GD 선량계를 비교 평가하였는데 동 등<sup>11)</sup>은 파노라마 촬영시 눈과 갑상선의 표면선량에 관한 연구와 최 등<sup>9)</sup>은 dose area product (DAP)선량계를 기준으로 비교평가 하는 논문들이 발표되었는데 TLD 보다는 GD가 선량값이 더 높게 나온다고 보고하였다.

GD의 선량특성으로 저에너지 X선 영역에서 유리선량계의 재현성과 선형성 등 선량특성에 관한 연구 보고는 관전압을 변화시켜 이루어진 결과 값 들이다<sup>12)</sup>. 따라서 본 연구에서는 진단영역에서 사용하는 저에너지 영역 대에서 관전류량 변화에 따른 유리선량계의 선형성과 재현성, 시간에 따른 재현성을 평가해 보고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 실험기기

(Fig. 2)는 방사선선량측정기로 다기능 QA 측정기 (RTI Electronic, Sweden)인 piranha 657의 external detector

로 측정하였고, 이는 반도체를 이용한 검출기로 오차범위가  $\pm 5\%$  내이며 각각의 관전압에 따른 보정계수를 가진 지금까지 나와 있는 다른 선량계보다 정확한 선량값을 나타내준다<sup>13)</sup>. (Fig. 3)의 유리선량계 (AGC techno glass CO, Japan)는 SC-1 모델로 30 mm × 40 mm × 9 mm 크기이며 사각모형으로 P 31.55%, O 51.16%, Al 6.12%, Na 11.0%, Ag 0.17%로 구성되어 있고 유효원자번호와 밀도는 각각 12.04와 2.61 g/cm<sup>3</sup>이다.  $\gamma$  선과 X-선이며 범위는 30 KeV ~ 3 MeV 이고 측정 선량 범위는 10  $\mu$ Gy ~ 10 Gy / 10  $\mu$ Sv ~ 10 Sv이다. 또한 선량계 간의 감도차이 변동계수는 137 CS- $\gamma$  일 경우에 4.5%이하이고 에너지의 특성은 32 KeV ~ 1.25 MeV일 때  $\pm 20\%$ 이내 이다. (Fig. 4)는 예비가열기로서 DKN402 (Yamato scientific, LTD, Japan)를 사용하였다. (Fig. 5)는 판독장치로 FGD-202 (AGC techno glass CO, Japan)를 사용하였다.

방사선조사 장치로는 Dong Kang CS-60을 이용하였는데 이는 진단용 방사선 발생장치로 고주파 인버터 (high frequency inverter type) 3상 방식으로 초점의 크기는 0.6 mm이고 양극의 target 재질은 텅스텐 (W)을 사용하였으며 고유여과 (inherent filtration)는 0.9 mmAl이고 부과여과 (additional filtration)는 1.5 mmAl를 갖는다.

### 2. 실험 방법

실험 전에 보다 정확한 측정을 위해 사용될 GD소자를 NEW-3C (Hayashi denko CO, LTD, Japan)를 이용하여 열처리과정 (400°C, 1시간)을 거쳐 혹시 남아있을 선량을 제거하였다. SSD와 조사면은 각각 100 cm, 10 cm × 10 cm로 설정하였다. 이는 진단영역 X-선 저에너지를 이용하는 일반촬영조건의 SSD와 실험에서 사용된 GD의 크기를 기준으로 정하였고 또한, 다수의 논문들에서 실험측정에 사용된 선량측정방법과 동일하게 이용하였다<sup>9,14,15)</sup>.

#### 1) Piranha 657의 External Detector 선량 값과 유리선량계 판독선량 비교

진단용 방사선발생장치 Dong Kang CS-60을 사용하였고 관전압은 80 kVp로 고정된 채 관전류량을 5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs 으로 24 개의 유리선량계를 여섯 그룹으로 나누어 각기 다른 선량을 주고 조사하였다. 여기에서 조사된 각각의 선량 값의 평균값을 구였다. 비교를 위한 장치로는 진단용 방사선발생장치에서 발생한 X-선의 선량을 측정할 수 있는 QA 다기능 측정기 piranha 657의 external detector로 측정하였다.

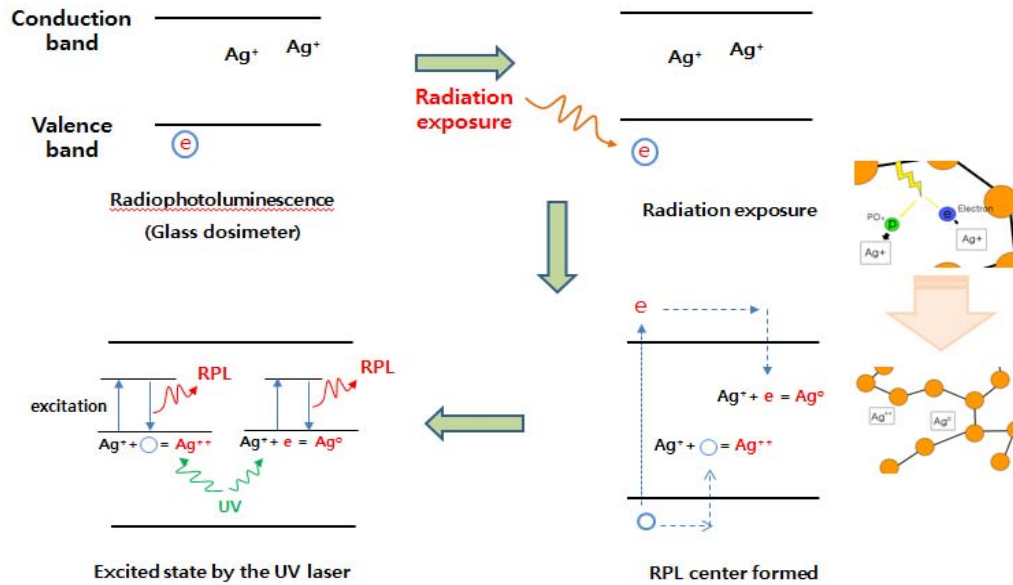


Fig. 1 Formation diagram of RPL



Fig. 2 Piranha 657



Fig. 3 GD SC-1



Fig. 4 NEW-3C, DKN402



Fig. 5 GD reader FGD-202.

## 2) 선형성 실험

선량변화에 따른 유리선량계의 선형성을 평가하기 위하여 방사선 조사조건을 80 kVp로 일치하게 하고 각 여섯 그룹 (5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs)으로 나뉜 총 24 개의 유리선량계에 조사하고 선량을 판독하였다. 이렇게 하여 판독된 선량 값을 각각 10 번씩 동일한 판독과정을 거쳐 평균값을 구하여 piranha 657의 선량 측정값에 대한 선형성 평가하였다.

## 3) 재현성 실험

선량에 대한 재현성 평가를 위하여 실험에 이용한 유

리선량계 24 개를 각각 여섯 그룹 (5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs)으로 나누어 동일한 절차로 하여 유리선량계의 판독과정을 10 회 반복 측정하여 재현성 평가를 실시하였다.

## 4) 시간에 따른 재현성 실험

시간이 지남에 따른 재현성을 파악하기 위한 방법으로 는 여섯 그룹의 각각의 유리선량계 24개를 24, 48, 72, 168 시간에 간격을 두고 동일한 절차의 측정방법으로 유리선량계의 반응과 변화를 선량 판독 과정을 통하여 10 회 반복하여 평균값으로 선량 변화 평가하였다.

### III. 결 과

#### 1. Piranha 657의 External Detector 선량 값과 유리 선량계 판독선량 비교

Piranha 657의 external detector 선량값과 유리선량계의 판독선량을 비교하였을 때 piranha 657의 판독선량이 5 mAs에선 418  $\mu$ Gy, 10 mAs에선 835  $\mu$ Gy, 16 mAs에선 1343  $\mu$ Gy, 20 mAs에선 1684  $\mu$ Gy, 25 mAs에선 2113  $\mu$ Gy, 32 mAs에선 2712  $\mu$ Gy로 유리선량계의 판독선량인 422  $\mu$ Gy, 854  $\mu$ Gy, 1383  $\mu$ Gy, 1739  $\mu$ Gy 2174  $\mu$ Gy, 2744  $\mu$ Gy 보다 낮게 측정되었다 (Table 1).

#### 2. 선형성 실험

먼저 유리선량계의 선량변화에 따른 선형성은 0.9967

으로 실험결과와 Table 2 와 같다. 실험결과 관전류량의 증가에 따른 선량 ( $\mu$ Gy)의 증가는 라 등<sup>16)</sup>이 실험한 <sup>60</sup>Co 감마선을 이용한 유리선량계의 선형성에 대한 실험의 결과와 같이 선형성을 유지하였다.

#### 3. 재현성 실험

Table 3은 여섯 그룹 (5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs)의 유리선량계는 판독장치 FGD-202 (AGC techno glass Co, Japan)를 사용하여 각각 10번에 걸쳐 판독하였고 각 그룹의 유리선량계의 선량 값들의 결과를 그래프로 나타내었다. 각 그룹의 변동계수 (백분율)값은 5 mAs에서  $\pm 0.2\%$ , 10 mAs에서  $\pm 0.2\%$ , 16 mAs에서  $\pm 0.15\%$ , 20 mAs에서  $\pm 0.3\%$ , 25 mAs에서  $\pm 0.2\%$ , 32 mAs에서  $\pm 0.5\%$ 을 나타내었다. Table 4는

Table 1. Comparison between external detector dose of Piranha 657 and GD dose.

(units : $\mu$ Gy)						
mAs	5	10	16	20	25	32
Piranha 657 external detector	418	835	1343	1684	2113	2712
GD	422	854	1383	1739	2174	2744

Table 2. Experiment results of linearity in 5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs (80 kVp, SSD=100 cm).

(units : $\mu$ Gy)							
mAs	5	10	16	20	25	32	R <sup>2</sup> Value
Dose	422	854	1383	1739	2174	2744	0.9967

Table 3. Reproducibility of preheat GD in 5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs.

(units : $\mu$ Gy)						
mAs	5	10	16	20	25	32
1회	422	853	1381	1746	2179	2761
2회	423	854	1384	1744	2177	2755
3회	422	854	1381	1741	2181	2741
4회	423	854	1386	1738	2175	2745
5회	421	859	1380	1739	2167	2760
6회	421	854	1385	1737	2169	2752
7회	421	854	1381	1746	2171	2734
8회	421	855	1383	1734	2178	2740
9회	422	851	1385	1731	2171	2727
10회	420	856	1382	1736	2170	2720
Average	422	854	1383	1739	2174	2744
SD	1	2.1	2.1	5.1	4.8	13.8
CV	0.2%	0.2%	0.15%	0.3%	0.2%	0.5%

**Table 4.** Reproducibility of Piranha 657 in 5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs.

(units : $\mu$ Gy)						
mAs	5	10	16	20	25	32
1회	418	835	1340	1681	2109	2709
2회	418	834	1343	1684	2110	2710
3회	417	835	1343	1684	2110	2711
4회	418	835	1343	1686	2111	2712
5회	418	835	1345	1684	2110	2710
6회	419	836	1344	1684	2113	2714
7회	418	835	1343	1683	2112	2715
8회	418	837	1345	1684	2115	2714
9회	418	835	1344	1686	2115	2714
10회	418	835	1343	1687	2114	2714
Average	418	835	1343	1684	2113	2712
SD	0.47	0.79	1.48	1.70	2.23	2.16
CV	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%

**Table 5.** Dose rate ( $\mu$  Gy) averages according to delay time of preheat GD in 5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs (80 kVp, SSD=100 cm)

(units : $\mu$ Gy)						
mAs	5	10	16	20	25	32
0hr	422	854	1382	1738	2174	2756
24hr	421	860	1377	1723	2154	2736
48hr	420	852	1362	1706	2133	2736
72hr	421	855	1367	1710	2136	2740
168hr	428	864	1379	1724	2152	2734
Average	422	857	1373	1720	2150	2740
CV	0.7%	0.5%	0.6%	0.8%	0.8%	0.4%

piranha 657을 이용하여 각 그룹의 변동계수 (백분율)값은 각각의 선량에서  $\pm 0.1\%$ 로 우수한 재현성을 보였다.

16 mAs에서  $\pm 0.6\%$ , 20 mAs에서  $\pm 0.8\%$ , 25 mAs에서  $\pm 0.8\%$ , 32 mAs에서  $\pm 0.4\%$ 를 나타내었다.

#### 4. 시간에 따른 재현성 실험

Table 5는 여섯 그룹 (5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs)의 유리선량계를 각각 10회 판독하여 시간에 따른 판독 선량 값의 평균을 게재 하였다. Table 3.에서와 같이 각각 여섯 그룹 (5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs)으로 나뉜 유리선량계를 임의적 시간 간격 (24 hr, 48 hr, 72 hr, 168 hr)을 두고 동일한 절차로 유리선량계를 판독한 결과이다. 유리선량계의 시간에 따른 재현성은 변동계수 (백분율)로 계산하였을 때 각각 5 mAs에서  $\pm 0.7\%$ , 10 mAs에서  $\pm 0.5\%$ ,

#### IV. 고찰 및 결론

라 등<sup>16)</sup>의 실험결과에서 고 에너지 영역에서 선형성계수가 0.9981이었는데 본 연구에서는 0.9967의 선형계수를 얻었다 (Table 2). 재현성 실험에서 일반적으로 장치의 변동계수는 5% 이하여야 한다. Table 3과 Table 4는 각각 6 그룹에서의 유리선량계의 재현성은 0.5 ~0.8%의 평균에 대한 표준편차를 보이며 우수한 재현성을 나타냈다. 따라서 저에너지에서 역시 측정변수의 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

본 실험결과에 유리선량계는 고 에너지, 고 선량 영역에서 사용뿐만 아니라 저 선량 영역에서 관전류량 변화에도 선형성, 재현성이 우수한 선량계임을 확인했다. 최근 진단영역에서 환자의 피폭선량 등을 측정하는 연구는 광범위하게 진행되고 있으므로 저에너지 영역에서 선량계의 연구는 보다 활발히 진행되어야 한다고 사료되며, 저에너지 영역에서의 유리선량계를 이용한 연구 데이터에 신뢰성을 더하여 줄 것으로 사료된다. 그리고 기존 고 에너지 선량영역에서 주로 연구되던 유리선량계의 선량특성을 진단영역에서 사용하는 저에너지 영역에서 연구하여 진단영역에서도 우수한 특성을 나타내는 것으로 확인하였다. 또한 유리선량계가 현재 개인피폭선량 측정에 있어 의료계의 방사선진단 및 치료에서 환자 및 방사선종사자의 피폭선량측정에 많이 이용되고 있고 산업 현장에서 광범위한 선량계측에 이용되고 있다. 그만큼 많이 이용되고 있는 유리선량계가 특히 진단영역의 저에너지 저 선량의 유리선량계 특성에 대하여 보고된 예라 할 수 있다. 또한 유리선량계를 이용하여 개인의 피폭 선량 뿐만 아니라 환경방사선의 측정으로 점점 더 활용이 기대되는 시점에서 이번 연구는 유리선량계를 이용한 저 선량 측정시 중요한 근거자료로 활용할 수 있으리라 사료된다. 따라서 논문을 종합해보면, 연구의 제한점은 GD소자 확보와 판독의 어려움으로 더 많은 측정변화 대상으로 하지 못했다는 점이 있지만, 관전류 변화에 따른 유리선량계의 선형성과 재현성, 시간에 따른 재현성을 평가하였고, 정량적 측정이라는 새로운 시도였다는 데에 학술적 가치를 부여할 수 있다. 결론적으로 저 선량영역에서 관전류 변화에 따른 측정이 앞으로 선량측정에 반영될 수 있기를 기대하며, 본 연구가 초석이 되리라 사료된다.

## 참고문헌

1. F. Araki, T. Ikegami, T. Ishidoya, D. H. Kubo : Measurements of Gamma-Knife Helmet Output Factors Using a Radiophotoluminescent Glass Rod Dosimeter and a Diod Detector. Med. Phys. 30, 1976-1981, 2003
2. M. Tsuda: A Few Remarks on Photoluminescence Dosimetry with High Energy X-rays. Jpn. J. Med. 20, 131-139, 2000
3. Asahi Techno Glass Corporation: Explanation Material of RPL Glass Dosimeter: Small Element System. Tokyo, Japan, 2000
4. Jeong-Eun Rah, Ju-Young Hong, Gwe-Ya Kim et al : A comparison of the dosimetric characteristics of a glass rod dosimeter and a thermoluminescent dosimeter for mailed dosimeter. Radiation measurements. 44, 18-22 2009
5. C. G. kim, Measurement dose of dental panoramic radiography using a radiophotoluminescent glass rod detector, Korea academia industrial cooperation journal, 12(6), 2624-2628, 2011
6. Food & Drug Administration : Measurement Guideline of Patient dose, Seoul, Korea, 14, 5, 2007
7. ICRP: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford, Publication 60, Annals of the ICRP, 21, 1-3, 1991
8. KFDA : 2012 Guideline on patient dose suggestion of general radiology. 1-56, 2012
9. J. H. Choi, et al : Comparison on the dosimetry of TLD and PLD by dose area product. Journal of the Korea Contents Association, 12(3), 244-250, 2012
10. Yeun Jung, Kyung-Rae Dong, Dae-Chdeol Kweon et al : A study on the effects of scattering dose on eyes and thyroid for panoramic radiography (Focus on TLD and PLD). J. Korea Asso. Radiat Prot. 35(1), 1-5, 2010
11. K. R. Dong : A study on the effects of scattering dose on eyes and thyroid for panoramic radiography (Focus on TLD and PLD). The Journal of the Korea Contents Association, 7(1), 1118-1123, 2009
12. Jin-Hyun Son, Jung-Whan Min, Jung-Min Kim et al: Experimental Study with Respect to Dose Characteristic of Glass Dosimeter for Low-Energy by Using Internal Detector of Piranha 657. Journal of Radiological Science and Technology. 119-124, 2012
13. RTI Electronics Inc: Piranha Reference Manual, Version 4.3A (10), 21, 2012
14. C. G. Kim : Diagnosis X-ray exposure dose measuring device when pre-heat effect. KAIS Spring Conference, 380-382, 2013
15. K. H. Son, S. H. Sin, C. Y. Lee et al : The characteristic evaluation of high dose linearity, accumulation dose, energy dependency of glass dosimeter. J. Korea Asso. Radiat Prot. 66-67, 2009

16. J. E. Rah, D. O. Shin, J. Y. Hong, et al :  
Study on Dosimetric Properties of Radiophoto  
luminescent Glass Rod Detector, J. Korea Asso.  
Radiat Prot. 31(4), 181-186, 2006

• Abstract

## A Study on Characteristic of Glass Dosimeter According to Graded Change of Tube Current

Jin-Hyun Son · Seong-Ho Kim · Hyun-Jun Mun · Lyun-Kyun Kim · In-Hwa Son · Young-Jun Kim ·  
Jung-Whan Min · Ki-Won Kim<sup>1)</sup>

*Department of Radiological Science, Shin-Gu University · <sup>1)</sup>Department of Radiology, Samsung Medical Center*

This study was evaluated the linearity and reproducibility according to dose, and reproducibility according to delay time by changing tube current amount (5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs respectively, which are low energy radiations) using Glass Dosimeter (GD) and piranha semiconductor dosimeter which are used for measuring exposure dose.

Measurements of radiation dose were performed using external detector of piranha 657 which is multi-function QA device (RTI Electronic, Sweden). Conditions of measurement were 80 kVp, SSD 100 cm and exposure region is 10 cm × 10 cm. Glass dosimeter was exposed to radiation. Twenty-four glass dosimeters were divided into six groups (5 mAs, 10 mAs, 16 mAs, 20 mAs, 25 mAs, 32 mAs respectively), then measured.

This study was resulted by measuring the linearity and reproducibility according to change of tube current in low energy field. In dose characteristic of GD, this study could be useful as previous study with regard to dose characteristic according to change of tube voltage in low energy field.

---

**Key Words :** Thermoluminescence Dosimeter (TLD), Glass Dosimeter (GD), Linearity, Reproducibility