

## 저에너지X선 영역에서 유리선량계의 preheat과 Non-preheat과의 시간에 따른 build up 특성에 관한 연구

손진현<sup>1,2</sup>, 민정환<sup>2</sup>, 김기원<sup>2</sup>, 손순룡<sup>3</sup>, 임현수<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>충남대학교 의과대학 의공학과, <sup>2</sup>신구대학교 방사선과, <sup>3</sup>아산병원 영상의학과

### Experimental study on build up characteristic of glass dosimeter of preheat and Non-preheat in low energy according to delay time

Jin-Hyun Son<sup>1,2</sup>, Jung-Wan Min<sup>2</sup>, Ki-Won Kim<sup>2</sup>, Soon-Yong Son<sup>3</sup>  
and Hyun-Soo Lim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Biomedical Engineering, Chungnam National University

<sup>2</sup>Department of Radiology, Shin-Gu University,

<sup>3</sup>Department of Radiology, Asan Medical Center

**요 약** 본 논문은 유리선량계를 이용하여 장시간에 걸쳐 방사선의 누적선량측정 시 예비가열(preheat)과정을 수행한 선량값과 예비가열을 수행하지 않은(non-preheat)선량값을 30일간 시간에 따른 선량변화와 빌드업 특성을 비교 평가함을 목적으로 하였다. 저 선량의 0.1 mGy, 1 mGy, 5 mGy의 선량을 얻기 위해 진단용 발생장치 AccuRay-650R을 사용하였다. 관전압, 관전류 조건으로 각각의 10개 총 30개의 유리선량계 GD SC-1에 조사하여 장시간에 걸쳐 빌드업 특성을 비교하였다. 예비가열을 거치지 않은 저선량의 유리선량에서 초기 판독선량값은 조사된 선량값에 미치지 못하다가 시간이 지남에 따라 점차 조사된 선량값으로 증가하는 것으로 나타났다. 이후 실험 종료 후 예비가열을 실시한 값과 차이를 보이지는 않았으며 통계적으로도 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 예비가열을 거친 저선량의 유리선량에서 초기 판독선량은 조사된 선량값에 근접하였고 일정한 안정상태를 보인 후 15일이 경과한 이후 부터는 점차 증가하는 것으로 나타났다. 결론적으로 앞서 보고된 유리선량계의 특성들은 고에너지영역의 고선량에서 유리선량계의 특성들에 관한 내용으로 본 논문에서는 저에너지를 사용해서 저 선량의 누적 선량을 장시간 측정하고자 하면 예비가열을 실시하지 않고 판독을 해도 무방할 것으로 판단 사료된다.

**Abstract** The Purpose of this study was to evaluate by comparing the dose change and build up characteristic according to delay time in 30 days of glass dosimeter processed preheat and non preheat when measuring accumulation dose of radiation by using glass dosimeter over the long haul. For obtaining low dose with 0.1 mGy, 1 mGy and 5 mGy, we employed diagnostic generator AccuRay-650R. We compared the build up characteristic over the long haul by exposing radiation to 30 glass dosimeters sorted into 10 glass dosimeters per tube voltage and current. In Non preheat glass dosimeter, initial measured dose was inferior to exposed dose but as time goes on, was close to exposed dose steadily. In 72 hour after experiment end, non preheat glass dosimeters were not indicated the difference from preheat glass dosimeters and statistical analysis were meaningful ( $p>0.05$ ). Initial measured dose for low glass dosimeter processed preheat was close to exposed dose and stable. After 15 days dose was gradually increased. Previous study characteristics of glass dosimeter were with respect to characteristic of glass dosimeter in high dose of high energy area. However, in this study, we make a judgment to measure the dose of glass dosimeter without preheat processing when measuring the accumulation dose of low dose in conclusion.

Key Words : Glass dosimeter, Preheat, Non preheat

본 논문은 2012년도 신구대학교 교내연구비 지원에 의해서 수행되었음.

\*Corresponding Author : Hyun-Soo Lim(Chungnam National University)

Tel: +82-42-280-7829 email: [hslim@cnu.ac.kr](mailto:hslim@cnu.ac.kr)

Received June 17, 2013

Revised (1st July 8, 2013, 2nd July 10, 2013)

Accepted July 11, 2013

## 1. 서론

개인의 피폭방사선량을 측정하는데 이용되는 선량계로는 일반적으로 필름배지와 열형광선량계(Thermoluminescent Dosimeter, 이하 TLD), 유리선량계(Glass Dosimeter, 이하 GD) 등이 있으며 이중 현재 보편적으로 사용하는 선량계는 유리선량계이다. 방사선을 이용한 환자의 질병을 진단, 치료를 함에 있어 환자 및 방사선 작업종사자의 단시간 동안의 방사선피폭선량을 측정하는데 사용되어왔다 [1].

최근 식품의약품처 안전평가원에서는 모의 인체팬텀 Radon Man Phantom(Alderson Co.)과 유리선량계를 이용하여 진단용 방사선 발생장치에서 “일반영상의학검사의 환자선량 권고량 가이드라인”을 제작 배포하여 검사 시 환자의 방사선방어 최적화를 위해 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)개념에 맞게 각 촬영부위별 촬영 프로토콜을 제시하여 최적의 영상을 얻으면서 환자가 받는 선량을 최소한으로 하도록 권고하고 있다[2,3]. 이와 관련하여 기존의 연구들은 피폭선량감소를 위해 정확한 선량치를 구하기 위해 TLD와 GD의 선량비교 논문들이 발표되었다[4,5]. 김창규 등은 유리선량계를 이용하여 파노라마 검사시 피폭선량측정[6]과 CT채널수에 따라 복부 촬영시의 피폭선량을 비교 평가하였으며[7], 윤재혁 등은 유리선량계를 이용하여 두경부 CT검사시 장기의 유효선량을 측정하였다[8]. 이런 많은 선량연구들은 국소적이면서 공간적, 시간적 제약을 받으며, 환자에 대한 선량 저감화를 위한 대표적인 논문이라 할 수 있다. 또한, 이왕희 등은 개인의 피폭선량측정에만 국한하지 않고 방사선작업실 또는 환경방사선의 영향을 측정하려고 장기간에 걸쳐 방사선의 누적선량을 측정하여 보고하였는데[9], 김창규는 진단용X선 피폭선량 측정시 소자 사전가열효과에서 유리선량계를 이용하여 X선에 의한 피폭선량을 측정할 경우 예비가열의 중요성으로 선량판독 전에 예비가열을 하여 판독한 선량과 예비가열을 하지 않고 판독한 선량차이를 비교하여 제시하였다[6,10]. 이는 유리선량계를 이용한 단기간의 선량판독한 경우로 유리선량계를 장기간에 걸쳐 방사선작업실 또는 환경방사선에 대한 저선량의 누적선량을 측정할 때 예비가열을 거친 판독선량과 예비가열을 거치지 않은 판독선량과의 빌드업특성과 형광 안정과의 관계를 파악하고자 하는 계기가 되었으며, 작업하는 작업자로서의 환경방사선의 중요성을 인식하게 되었다. 더욱이 중요한 이유는 환경방사선에 대한 작업자의 장시간 저선량 누적선량의 측정이 필요하게 되었다. 앞서 보고된 유리선량계 소자의 선량판독은 단기간의 선량판독으로 장시간에 걸쳐 환경방사선 측정이나 방사선

누적선량을 측정할 경우 예비가열(preheat)과정을 거쳐야 하는지 아니면 예비가열 없이 빌드업특성으로 소자가 시간에 따라 안정화되는지 그 결과로 장시간에 걸쳐 유리선량을 측정할 시에는 유리선량측정에 대한 예비가열(preheat)과정을 수행하지 않아도 되는 실험과정을 인식하게 되었다.

이에 본 연구에서는 유리선량계를 이용하여 저에너지 저선량의 환경방사선에 대한 선량측정에 있어 장기간에 걸쳐 방사선의 누적선량측정 시 예비가열(preheat)과정을 수행한 선량값과 예비가열을 수행하지 않은(non-preheat) 선량값을 30일간 시간에 따른 선량변화에 따른 빌드업 특성을 비교 평가하여 유리선량계를 이용하여 장시간 선량 평가에도 예비가열을 하지 않고도 빠른 시간에 저선량에 대한 유리선량계의 특성을 평가하고자 한다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1 연구대상 및 방법

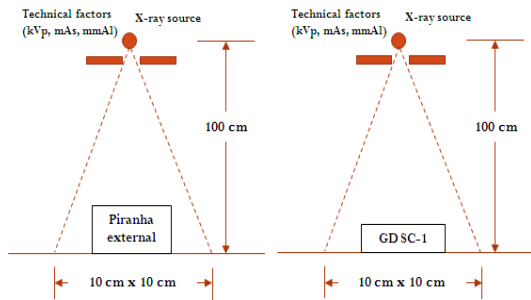
실험에 사용된 유리선량계(AGC Techno Glass Co, Japan)는 SC-1 모델로 30 mm × 40 mm × 9 mm 크기이며 사각모형으로 측정이 가능한 에너지는  $\gamma$ 선과 X선이며 범위는 30 keV~3 MeV 이고 측정 선량 범위는 1  $\mu$ Gy ~10 Gy / 1  $\mu$ Sv~1 Sv이다. 또한 선량계 간의 감도 차이 변동계수는 CS-137  $\gamma$ 선 200  $\mu$ Gy일 때 4.5%이하이다. 정확한 측정을 위해 실험 전 사용될 유리선량계 소자를 전기로 NEW-3C (Hayashi Denko Co, LTD, Japan)를 이용하여 열처리과정(400℃, 1시간)에 의해 흡수 남아있을 선량을 제거하였다. 예비가열기로 DKN402 (Yamato Scientific, LTD, Japan)를 사용하였다. 판독장치로는 FGD-202(AGC Techno Glass Co, Japan)를 사용하였고 판독 가능 선량범위는 1  $\mu$ Gy~10 Gy / 1  $\mu$ Sv~1 Sv이다. 또한 reading재현성으로 선량계 간의 변동계수는 137 CS-  $\gamma$ 일 경우에 0.1 mGy/mSv일 때 5%이하이며 1 mGy/mSv일 때 2%이하, 10mGy/mSv일 때 1%이하이다. 방사선선량측정은 다기능 QA 측정기(RTI Electronic, Sweden)인 Piranha 657의 external detector로 측정하였고, 오차범위가  $\pm$  5% 이내이며 선량 측정범위는 최소 0.5  $\mu$ Gy에서부터 최대 1500 Gy까지 측정이 가능하다.

방사선조사 장치로는 AccuRay-650R(Dong Kang, Korea)을 이용하였는데 이는 진단용 방사선 발생장치로 고주파 인버터 (High Frequency Inverter Type)3상 방식으로 초점의 크기는 0.6 mm이고 양극의 target 재질은 텅

스텐(W)이며 고유여과 (inherent filtration)는 0.9 mmAl이고 부과여과 (additional filtration)는 1.5 mmAl를 갖는다.

### 2.2 방사선 선량측정

저 선량의 0.1 mGy, 1 mGy, 5 mGy의 선량을 얻기 위해 진단용 발생장치 AccuRay-650R을 이용하였으며, 선량측정은 다기능 QA 측정기인 Piranha 657의 external detector로 측정 하였다. Fig. 1과 같이 측정조건은 선원과 표면간의 거리(SSD: Source to surface distance)가 100 cm일 때 조사면 10 × 10 cm<sup>2</sup>로 하였다. Table 1과 같이 관전압과 관전류를 조절하여 각각의 선량을 구하였는데 이는 진단용 발생장치의 재현성을 위해 각각 10회 조사하여 평균값을 얻었으며, Table 2와 같이 관전압, 관전류 조건으로 각각의 10개 총 30개의 유리선량계 GD SC-1에 조사하였다.



[Fig. 1] Schematic illustration for measurement of radiation contribution.

[Table 1] Average dose of Piranha external detector according to tube voltage and tube current.

kVp	mAs	Exposure	Average dose of Piranha external detector
63	2.0	1	0.1 mGy(10 $\mu$ Gy)
70	16	1	1 mGy(100 $\mu$ Gy)
76	63	1	5 mGy(500 $\mu$ Gy)

[Table 2] The number of GD per dose.

	0.1 mGy	1 mGy	5 mGy)	total
GD SC-1	10ea	10ea	10ea	30ea

### 2.3 시간에 따른 build up 특성 측정

조사된 유리선량계 GD SC-1을 두 그룹으로 나누고 한 그룹은 예비가열 없이(Non-preheat)바로 측정을 하고,

다른 한 그룹은 측정 전에 예비가열(preheat)을 거쳐 측정을 하였다. Table 3과 같이 두 그룹간의 선량차이와 시간에 따른 build up 특성을 비교하기 위해 30일간 평가하였다.

[Table 3] The number of GD per group.

Group	0.1 mGy	1 mGy	5 mGy	Total
Non preheat	5ea	5ea	5ea	15ea
Preheat	5ea	5ea	5ea	15ea

### 2.4 분석방법

Non-preheat선량을 30일 후 측정된 선량값과 실험 종료 후 바로 preheat를 시행하여 얻은 선량값을 비교분석 하였다. 통계적 분석방법은 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 t-test를 시행하여 p값이 .05보다 큰 경우 유의한 차이가 없는 것으로 판단하였다.

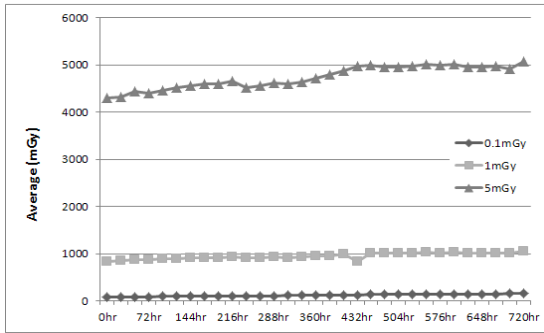
## 3. 연구결과

Table 4와 같이 저 선량의 0.1 mGy, 1 mGy, 5 mGy의 선량을 얻기 위해 관전압 관전류의 선택은 각각 10회 조사하였으며 측정치의 변동폭은  $\pm 5\%$  오차이내에 포함되었다.

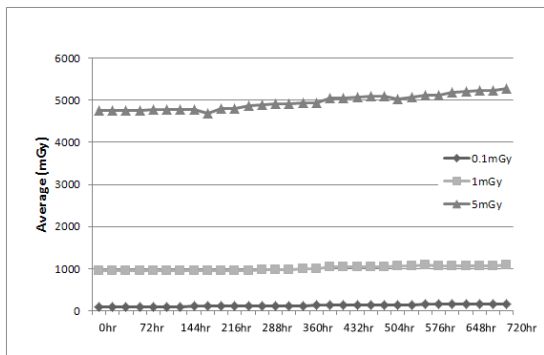
[Table 4] Average dose per tube voltage and tube current.

No.	63 kVp, 2.0 mAs	70 kVp, 16 mAs	76 kVp, 63 mAs
1	0.1	1.016	5.106
2	0.09	1.017	5.113
3	0.1	1.017	5.123
4	0.09	1.017	5.129
5	0.1	1.017	5.134
6	0.1	1.018	5.136
7	0.1	1.018	5.138
8	0.1	1.018	5.144
9	0.1	1.017	5.145
10	0.1	1.018	5.146
average (mGy)	0.1	1.02	5.13

Preheat 선량의 시간에 따른 선량변화는 Fig. 2와 같이 방사선 조사 후 즉시 판독한 유리선량계의 선량은 각각 조사된 선량값에 근접하였고 일정기간 15일이 경과한 이후부터는 점차 증가하는 것으로 나타났다.

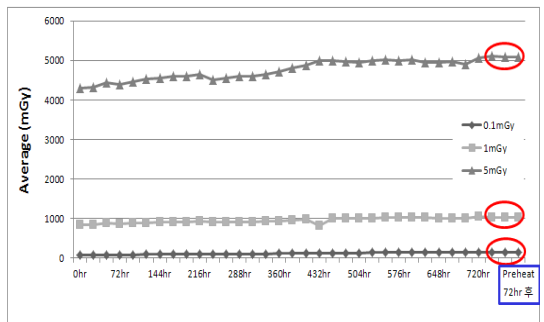


[Fig. 2] Change of preheat dose according to delay time.

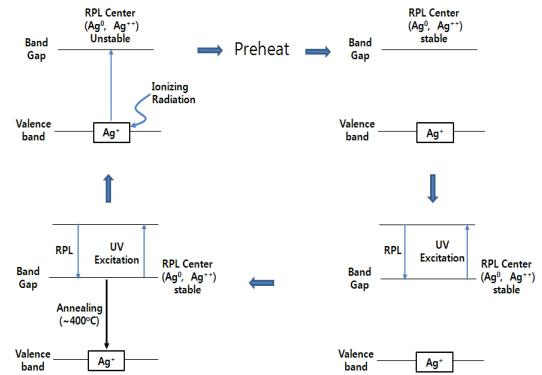


[Fig. 3] Change of Non preheat dose according to delay time.

Non preheat 유리선량계 선량의 시간에 따른 선량변화는 Fig. 3과 같이 방사선 조사 후 즉시 판독한 유리선량계의 선량은 모두 조사된 선량에 미치지 못하였고 시간이 지나갈수록 점차 조사된 선량값에 도달하여 안정화됨을 보였다. Fig. 4에서 Non preheat 유리선량계 선량을 30일 후 예비가열(preheat) 실시한 후 측정된 선량값과 차이가 없음을 알 수 있다.



[Fig. 4] Graph of performing preheat processing for 72 hours after measuring the Non preheat GD in 30 days.



[Fig. 5] Formation diagram of RPL.

SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 각 선량별 t-test를 시행하였다[Table 5]. p값이 .05보다 크다는 것은 Non-preheat선량이 30일 후 build up현상으로 안정화되어 실험 종료 후 preheat을 하여도 선량변화는 거의 없다는 것을 의미하며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

[Table 5] Statistical differences of Preheat and Non preheat variety of dose (T-test).

	SD	t	p-value
0.1mGy	1.3	2.058	>.05
1mGy	3.7	-2.0	>.05
5mGy	31	-2.073	>.05

#### 4. 고찰 및 결론

현재 보고된 유리선량계의 특성실험으로 고에너지, 고선량의 표준선원 CO-60감마선을 기준으로 하기 때문에 저에너지 표준조사선원을 이용한 직접적인 선량특성이 어려워 진단영역에서 사용하는 진단용 방사선 발생장치를 이용하였다.

본 실험에서 사용된 각각의 관전압, 관전류의 설정된 조건에서 방사선량이 일정하게 나오는지 알아보기 위해 재현성 시험을 10회 반복 측정하였으며[10], 재현성시험은 공식에 의해 변동계수CV(Calculate co-efficiency of variation, CV)를 계산하였다. 또한 측정치의 변동폭이  $\pm 5\%$  이내 여야 하는데 이번 시험에 사용된 방사선 발생장치는 오차범위내 모두 포함되어 방사선 발생장치의 조사선량의 재현성은 우수하였음을 알 수 있다.

유리선량계는 일반적으로 선량측정범위가  $10 \mu Gy \sim 10 Gy$ 로 측정범위가 넓고 열형광선량계에 비해 반복적으로 판독이 가능하며, 소자간 재현성이 우수하며 또한

퇴행현상이 거의 없고 주변 환경의 온도에도 크게 영향을 받지 않는 특징이 있다[11,12]. 이러한 특징을 나타내는 유리선량계는 인산유리에 Ag를 입힌 것으로 전리방사선에 조사되면 방사선의 흡수량에 비례하여 발광중심이 형성되어 이것에 자외선(Ultraviolet rays, 이하 UV)을 비추면 장파장의 형광이 방출되는 현상을 이용하여 측정한다. 그 후로 은활성인산염 Glass에 전리방사선이 조사되면 전자 e와 정공 hPO4가 생성되고 전자는 유리구조 내의 Ag+에 포획되어 Ago가 되며 정공은Ag+에 포획되거나 시간이 경과함에 따라 Ag+로 진행되어 보다 안정적인 Ag++를 형성한다. Fig. 5와 같이 이들 Ago 및 Ag++ 모두 형광중심(Radio Photo Luminescence, 이하 RPL)이라고 하며 자외선을 조사하면 이때 형광을 발생시킨다[13,14]. 따라서 형광중심은 자외선의 조사로 소멸되지 않고 퇴행(fading)현상이 거의 없어 반복측정이 가능하여 한번 측정으로 소실되는 열형광선량계에 비해 가장 큰 장점이 있다. 다른 특징으로는 유리선량계로 단시간 방사선 조사로 인한 개인의 피폭방사선량을 즉시 측정하고자 할 때 판독 전에 예비가열(preheat)을 시행한다. 이는 유리선량계 특성상 RPL 형광량은 방사선 조사 후 시간 경과와 함께 증가하고 안정화되는 빌드업(build up) 특성이 있기 때문이다.

본 연구에서 유리선량계는 판독 전에 형광량을 안정화시키기 위해 30분 동안 70℃에서 예열시키는 과정을 거치고 예열이 끝나면 실온에서 1 ~ 2시간 후 냉각시켜 판독을 실시한다. 이러한 과정을 거쳐 실험한 연구결과에서 라정은 등의 연구에서는 유리선량에 2 Gy를 조사하여 12일 동안 유리선량의 재현성에 차이가 없다고 보고하였고, 판독기의 안정성 유지 및 측정변수의 영향은 크지 않은 것으로 나타났으며, 이 논문의 선행연구로 저자 등은 저선량 1 mGy, 3 mGy, 4 mGy에서의 3일 동안의 재현성실험을 한 결과 차이가 없다고 보고하였다[15].

따라서 본 연구는 장기간에 걸쳐 방사선작업실 또는 환경방사선에 대한 저선량의 누적선량을 측정할 때 예비가열을 거친 판독선량과 예비가열을 거치지 않은 판독선량과의 빌드업특성과 형광량 안정과의 관계를 파악하고자 하였다. 예비가열을 거치지 않은 저선량의 유리선량에서 초기 판독선량값은 조사된 선량값에 미치지 못하다가 시간이 지남에 따라 점차 조사된 선량값으로 증가하는 것으로 나타났다. 이후 실험 종료후 예비가열을 실시한 값과 차이를 보이지는 않았다. 그리고 예비가열을 거친 저선량의 유리선량에서 초기 판독선량은 조사된 선량값에 근접하였고 일정한 안정상태를 보인 후 15일이 경과한 이후 부터는 점차 증가하는 것으로 나타났다. 두 그룹 모두 퇴행현상은 나타나지 않았다. 따라서 앞서 보고된

유리선량계의 특성들은 고에너지영역의 고선량에서 유리선량계의 특성들에 관한 특징을 가지고 있지만, 저에너지를 사용하여 저 선량 누적 선량을 장시간 측정하고자 한다면 예비가열을 실시하지 않고 판독을 해도 무방할 것으로 판단되며, 이는 저에너지 영역에서의 빌드업 특성을 알기위해서 장시간에 걸쳐 환경방사선에 대한 저선량의 누적선량을 측정할 수 있는 기준이 될 것으로 사료된다.

결론적으로 본 연구는 장기간에 걸쳐 방사선작업실 또는 환경방사선에 대한 저선량의 누적선량을 측정할 때 예비가열을 거친 판독선량과 그렇지 않은 판독선량과의 빌드업특성과 형광량 안정과의 관계를 파악하고자 하였기 때문에 기존에 연구들에 비해 단기간에 빌드업특성에 관한 실험과 차별하여 중장기간에 걸쳐 실험하여 앞서 보고된 유리선량계의 특성들은 고에너지영역의 고선량에서 유리선량계의 특성들에 관한 특징을 가지고 있지만, 저에너지를 사용하여 저 선량 누적 선량을 장시간 측정하고자 한다면 예비가열을 실시하지 않고 판독을 해도 무방할 것으로 판단되며, 이는 저에너지 영역에서의 빌드업 특성을 알기위해서 장시간에 걸쳐 환경방사선에 대한 저선량의 누적선량을 측정할 수 있는 기준이 될 것으로 사료된다.

## References

- [1] K. H. Son, et al., "The characteristic evaluation of high dose linearity, accumulation dose, energy dependency of glass dosimeter", *Journal of Radiation Protection*, pp. 66-67, 2009.
- [2] ICRP: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 60, *Annals of the ICRP Vol. 21, No. 1-3*, Pergamon Press, Oxford, 1991.
- [3] KFDA: 2012 Guideline on patient dose suggestion of general radiology, pp. 1-56, 2012.
- [4] K. R. Dong, et al., "A study on the effects of scattering dose on eyes and thyroid for panoramagra phy - Focus on TLD and PLD". *The Journal of the Korea Contents Association*, 7(1), pp. 1118-1123, 2009.
- [5] J. H. Choi, et al., "Comparison on the dosimetry of TLD and PLD by dose area product". *The Journal of the Korea Contents Association*, 12(3), pp. 244-250, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.03.244>
- [6] Chang-Gyu. Kim, et al., "Measurement dose of Dental Panoramagrahy using a Radiophotoluminesce nt Glass Rod Detector", *The Journal of the Korea Contents Association*. v. 12 no, 6 pp. 2624-2628. 2011.

[7] C. H. Kim, et al., "The evaluation of the radiation dose and the image quality during MDCT using Glass Rod Detector", The Journal of Digital Policy & Management. v.10 no.2 pp. 249-254. 2012.

[8] J. H. Yun. et al., "Effective Dose Determination From CT Head & Neck Region". Journal of radiological science and technology. v.34 no.2 pp: 105-116. 2011.

[9] W. H. Lee, et al., "Comparison on the dosimetry of TLD and OSLD used in nuclear medicine", The Journal of the Korea Contents Association, 12(12), pp. 329-334, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.12.329>

[10] C. G. Kim, "Diagnosis X-ray exposure dose measuring device when pre-heat effect" KAIS Spring Conference pp. 380-382, 2013

[11] J. H. Son, et al., " Experimental Study with Respect to Dose Charactristic of Glass Dosimeter for Low-Energy by Using Internal Detector of Piranha 657", Journal of radiological science and technology. v.35 no.2 pp: 119-124. 2012.

[12] F. Araki, et al., "Measurements of gamma-knife helmet output factors using a radiophotoluminescent glass rod dosimeter and a diod detector", Med. Phys. 30, pp. 1976-1981, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1118/1.1587451>

[13] M. Tsuda, et al., "A few remarks on photoluminescence dosimetry with high energy X-rays", Jpn. J. Med. 20, pp. 131-139, 2000.

[14] Asahi Techno Glass Corporation, "Explanation material of RPL glass dosimeter: small element system", Tokyo, Japan, 2000.

[15] J. E. Rah, D. O. Shin, J. Y. Hong, et al., "Study ofn Dosimetric Properties of Radiophoto luminescent Glass Rod Detector", J. Korea Asso. Radiat. Prot. 31(4), pp. 181-186, 2006.

**손 진 현(Jin-Hyun Son)**

[정회원]



- 2004년 8월 : 고려대학교 의용과학대학원 (공학석사)
- 2010년 2월 : 충남대학교 의공학 (수료)
- 2009년 9월 ~ 현재 : 신구대학교 방사선과 조교수

<관심분야>

방사선계측학, 방사선기기학, 방사선영상학

**민 정 환(Jung-Whan Min)**

[정회원]



- 2005년 2월 : 고려대학교 의용과학대학원 (의공학석사)
- 2013년 2월 : 가톨릭대학교 의학 물리공학 (이학박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 신구대학교 방사선과 조교수

<관심분야>

디지털영상처리, 의학물리

**김 기 원(Won-Ki Kim)**

[정회원]



- 2012년 2월 : 신구대학교 방사선학과 (방사선학사)
- 2013년 2월 ~ 현재 : 삼성서울병원 영상의학과

<관심분야>

방사선영상학, 디지털영상학, 의용영상공학

**손 순 룡(Soon-Yong Son)**

[정회원]



- 1999년 2월 : 단국대학교 보건행정학과졸업 (보건행정학석사)
- 2013년 8월 : 한양대학교 보건학과 (보건학박사)
- 1990년 6월 ~ 현재 : 서울아산병원 영상의학과

<관심분야>

방사선영상학, 디지털영상학, 보건행정학, 보건학

임 현 수(Hyun-soo Lim)

[정회원]



- 1993년 2월 : 명지대학교 의용전자공학 (공학박사)
- 1992년 2월 ~ 1993년 2월 : Rensselaer Polytechnic Institute
- 1995년 2월 ~ 현재 : 충남대학교 의대 의공학과 및 의공학협동과정 주임교수

<관심분야>

분자영상, 영상처리, 생체 광학, 광역학적 진단 및 치료