

방사선 개인피폭선량계를 이용한 피폭선량 측정 및 유용성 평가

Evaluation of Usability and Radiation Dose Measurement Using Personal Radiation Exposure Dosimeter

강인석*, 안성민**

인천기독병원 영상의학과*, 가천대학교 방사선학과**

In-Seog Kang(iskang7@hanmail.net)*, Sung-Min Ahn(sman@gachon.ac.kr)**

요약

선량계 유용성을 평가하기 위한 방법으로 방사선관계종사자의 피폭선량을 측정하여 개인피폭관리를 위한 선량계 선택의 기초 자료를 제시하고자 하였다. 2012년 1년간 방사선사 30명을 대상으로 하였으며 개인 피폭 누적선량을 측정하여 열형광선량계, 형광유리선량계, 광자극발광선량계의 성능을 조사하였다. 연구방법으로는 DAP와 ion-chamber를 이용하여 세종류 개인피폭선량계의 선량측정값을 비교 분석하였으며 의료기관별, 검사업무별, 분기별 방사선관계종사자의 피폭누적선량을 확인하였다. 결과적으로 직접 X선조사를 통한 개인피폭선량계의 선량값과 ion-chamber의 절대값에서 광자극발광선량계가 열형광선량계나 형광유리선량계에 비해 더 유사한 선량값을 나타내 측정 능력면에서 더 우수한 결과를 나타냈다. 또한 방사선발생구역에서 방사선관계종사자의 피폭선량이 광자극발광선량계에서 보다 높게 나타났다.

■ 중심어 : | 열형광선량계 | 형광유리선량계 | 광자극발광선량계 |

Abstract

To propose a basis for the selection of personal dosimeters to measure radiation dose administration of radiation workers as a way to evaluate the usefulness dosimeter. For the dosimetry of the radiation workers 2012, during 1 year, 30 were radiation workers to measure personal dose. By personal exposure is measured cumulative dose, is investigated the performance of the TLD, PLD, OSLD. And comparing the measured value of each dosimeter dose and analyzed. Medical institutions, inspection work and quarterly confirmed the cumulative exposure dose of radiation workers. Using DAP and Ion-Chamber, to measure to compare TLD, PLD, OSLD dosimeter performance. A comparison of the directly through the X-ray dosimeter and The absolute value of the Ion-Chamber, OSLD more similar than in the TLD and PLD showed the dose values so the excellent ability to measure the results. Also in radiation generating area dose of radiation workers is higher than that in OSLD. Consequently, in terms of the individual exposure management OSLD is appropriated and beneficial than others.

■ keyword : | TLD | PLD | OSLD |

I. 서론

1895년 뢰트겐(W.C Röntgen)에 의해 X-선이 발견된 이후 방사선의 이용 가치는 급격하게 발전되어 의학·공학·이학 등의 분야에서 광범위하게 이용되고 있으며[1], 그 중에서도 현대 의학에 있어서 방사선 분야는 건강검진의 증가와 방사선 진단장치의 발달로 진단에서 치료까지 관련 분야에서 업무 확대 및 업무량의 증가로 인하여 방사선관계종사자의 수가 증가하고 있어 종사자의 방사선피폭 관리가 중요하게 대두 되고 있다[2].

우리나라는 1995년 1월 국가관리체계에 의해 방사선 관계종사자에 대한 안전관리가 시작된 이후로, 시행 초기인 1996년에는 방사선관계종사자의 수가 12,652명에서 2011년에는 약5배 증가한 60,430명에 이르렀다[3].

이는 소득수준 향상과 국민의 건강에 대한 관심의 고조로 건강검진과 진료의 빈도 증가, 검사방법의 다양화에 기인하는 것으로 판단되며 이러한 이유로 방사선 노출 기회가 증가될 가능성이 커지므로 방사선안전관리는 한층 더 중요하다 하겠다.

방사선의 피폭은 크게 세 가지로 분류할 수 있는데 관리자의 제어 하에 있는 피폭원으로 인하여 시설에 종사하는 모든 사람이 고용주가 누구이건 그들이 기관의 방사선 관계분야에 관여하든 아니든 관계없이 받는 피폭인 직업상피폭, 자신의 진단이나 치료 목적으로 또는 직업상 피폭을 제외하고 그런 환자를 병원이나 가정에서 돌보고 안정시키는 가족과 친지가 알면서 자의적으로 받는 의료상 피폭, 기타의 모든 피폭으로 구성되는 공중의 피폭이 있다[4]. 그 중에서 국민의 인공방사선 피폭 중 거의 대부분을 차지하는 피폭원은 의료방사선이다. 이런 선량의 증가는 의료방사선 사용에 의한 피폭선량 문제가 과거의 특정 소수에만 국한된 문제에서 방사선 관계 종사자나 피검자 모두가 가장 염두에 두어야 할 문제로 대두되게 하였다[5].

「진단용방사선안전관리규정」에서는 5 mSv/분기 초과자에게 주의통보를 시행하도록 규정하고 있으며, 2011년도에 5 mSv/분기를 초과한 방사선관계종사자 수는 60,430명 중 1.2%인 748명으로 나타났다[6]. 방사선으로 인한 위해는 크게 신체적인 장애와 시설, 장비

등에 대한 장애 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[7]. 따라서 이러한 방사선장애의 우려를 최소화하기 위하여 보다 객관적이고 체계적인 선량 측정이 요구되며 그에 맞는 개인피폭선량계의 이용이 강조되고 있다.

또한, 개인피폭선량계의 경우 종사자가 직접 착용해야 하기 때문에 측정이 정확하게 이루어져야 함은 물론 착용이 간편해야 하고, 가볍고, 그 부피가 작아야 한다. 또한 일정 기간 누적된 피폭선량을 평가하는 것이 목적이기 때문에 적산형이고, 온도나 습도의 영향을 적게 받으면서 외부의 충격에도 안정성이 높아야 한다. 개인 피폭선량계 중 안정성과 신뢰성이 확인된 선량계는 규제기관에서 공식선량계로 인정되며, 범규에 의거해 방사선관계종사자의 개인 선량을 측정하기 위해 개인 피폭선량계를 착용하도록 규제하고 있다. 개인선량계는 ‘뱃지’ 형태로 개인에게 지급되며, 선량계 뱃지에 사용되는 검출기로는 필름뱃지(film badge), 열형광선량계(Thermo Luminescent Dosi-meter, 이하 TLD), 유리선량계(Photo Lumines-cent Dosimeter, 이하 PLD), 광자극발광선량계(Optically Stimulated Luminescence Dosimeter, 이하 OSLD), 반도체검출기 등이 있다[8].

현재 국내의 경우 개인피폭선량계로는 TLD가 가장 많이 이용되고 있으나 결과의 신뢰도에 문제가 있어 방사선 안전관리 측면에서 많은 논란이 되어 왔고[9], 이를 대체하기 위해 PLD와 OSLD가 등장하면서 이들을 이용한 개인피폭선량 측정이 점차 증가되고 있다.

따라서 본 연구는 현재 방사선관계종사자의 개인 피폭선량계인 PLD와 TLD 및 OSLD를 이용하여 직접 X선 통한 선량계의 결과값 평가 및 현재 방사선관계종사자로 근무 중인 방사선사를 대상으로 피폭선량 측정을 통하여 선량계 유용성을 확인하여 개인피폭관리를 위한 선량계 선택의 기초 자료를 제시하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 실험대상 및 방법

2012년 10월 1일부터 2013년 09월 30일까지 I 광역시 소재 대학병원 및 종합병원에서 근무하는 방사선사 30명을 통해 개인피폭선량을 측정하고 각 선량계의 선량 측정값을 비교 분석하였으며, TLD, PLD, OSLD 선량계의 성능을 비교 측정하기 위해 DAP와 ion-chamber를 이용하여 세 종류 선량계의 선량 측정값을 비교하였다.

방사선사의 피폭선량 측정은 3개월 동안 가슴 부위에 TLD와 PLD, OSLD를 착용한 뒤 누적 선량을 측정하였으며, 이와 같은 방법으로 1년 동안 4회 반복 측정하였다.

직접 X선 조사를 통한 개인피폭선량계의 선량값은 DAP를 사용하였는데, DAP는 다중 collimator 전면에 장착되는 평행 평편형 전리상자로 TLD와 PLD, OSLD의 선량을 각각 비교하는 기준선량계로 사용하였다. 실험배치는 SID를 100 cm, 조사면적을 10 cm × 10 cm로 설정하였고, 온도와 기압을 측정한 후 대기보정계수를 이용하여 구하였다. 선량계의 위치는 DAP meter를 collimator 밑에 고정된 TLD 1개를 조사야 가운데 두고, 70 kVp, 200 mA, 조사시간 0.012 sec의 실험 조건으로 1회 조사하였다. 이러한 과정을 TLD를 교체하며 10회 실시하였고 동시에 각 조사당 DAP 선량 역시 측정하였다. TLD 선량 측정 후 PLD, OSLD 역시 같은 방법으로 실험하였다. 재현성 측정은 각각 10개의 소자에 대해 10번 반복 측정하여 얻었다.

2. 연구기기

본 실험을 위하여 Digital X-ray 촬영장비(MDXP5-R108, canada)를 사용하였으며, 선량 고정된 TLD와 PLD, OSLD를 만들기 위해 ion chamber(Radcal 2026C, USA)를 사용하였으며, 기준이 되는 선량을 측정하기 위하여 면적선량계(Dose Area Product, 이하 DAP)를 사용하였다. 또한 사용된 TLD 소자는 UD-802AT(PANASONIC, USA)와 선량 관독으로 UD7900m을 이용하였고, PLD소자는 AGC Techno Glass와 선량 관독으로 FGD-202, OSLD소자

는 INLIGHT BASIC (LANDAUER, USA)와 선량 관독으로 MicroStar Reader를 이용하였다[Fig. 1].



Fig. 1. Device of TLD, PLD and OSLD

III. 연구결과

1. TLD와 PLD, OSLD의 ESD값 및 ion-chamber의 절대 측정값

각 선량계를 관독한 조사선량[C/kg] 값을 표면입사 선량으로 변환하여 나타낸 값이다. 표면입사선량값은 같은 X선 조사조건 70 kVp, 200 mA, 0.012 sec에서 OSLD가 가장 높은 값을 나타냈고, TLD와 PLD는 각각 약 20%, 약 1.7% 낮은 값을 보였으며, 선량계간 유의한 차이를 보였다[Table 1].

Table 1. Entrance Surface Dose of TLD and PLD, OSLD (unit : mGy)

	TLD	PLD	OSLD
1	230.2	275.2	279.5
2	225.2	278.5	281.2
3	231.1	273.5	281.8
4	223.2	278.2	289.5
5	222.4	288.4	290.4
6	227.5	270.3	281.9
7	232.4	287.9	283.4
8	223.4	269.3	281.6
9	221.6	277.6	274.4
10	225.0	278.2	275.7
Mean	226.2	277.2	281.9
± SD	± 1.2	± 3.8	± 0.9
P-value	0.00**		

-조건: 70 kVp, 200 mA, 0.012 sec
 **: p<0.01

ion-chamber를 이용하여 70 kVp, 200 mA, 0.012 sec의 조사조건으로 X선 조사 시 나타난 조사선량을 통해 흡수선량을 얻은 결과는 다음과 같다. 변환한 값들을 [Table 1]과 비교하면 어떤 선량계가 ion-chamber의 조사선량 변환값과 유사한가로 선량계의 성능을 알 수 있는데 평가 결과 OSLD의 평균 표면입사선량이 ion-chamber의 조사 선량값을 흡수선량으로 변환한 평균값과 가장 유사한 값을 나타냈다[Table 2].

Table 2. ionization chamber's value

	ion chamber
1	295.5
2	298.3
3	291.6
4	299.7
5	300.1
6	293.4
7	294.8
8	292.5
9	285.7
10	293.8
Mean	294.5
± SD	± 4.29

-조건: 70 kVp, 200 mA, 0.012 sec

2. 의료기관별 방사선관계종사자 선량 및 선량계의 유의성 결과.

의료기관 두 곳의 방사선관계종사자의 개인피폭선량

계별 평균선량을 나타낸 값으로 A의료기관에서는 TLD 4.93 mSv, PLD 6.31 mSv, OSLD 6.97 mSv로 TLD의 선량값이 가장 낮았고, OSLD가 가장 높은 측정값을 나타냈다. B의료기관 역시 TLD 5.26 mSv, PLD 6.97 mSv, OSLD 7.17 mSv로 TLD의 선량값이 가장 낮았고, OSLD가 가장 높은 측정값을 나타냈으며 두 곳 모두에서 선량계별 유의한 차이를 보였다[Table 3].

Table 3. Effective dose of radiation workers by Medical institution (unit: mSv)

	N	Mean	± SD	G.M ^a	GSD ^b	P-value
A	TLD 72	4.93	1.3	3.72	1.6	0.00**
	PLD 72	6.31	3.4	4.63	2.7	
	OSLD 72	6.97	1.7	5.03	1.1	
B	TLD 48	5.26	1.8	4.11	1.4	0.00**
	PLD 48	6.97	2.6	5.84	1.6	
	OSLD 48	7.17	1.3	6.58	1.3	

^aGeometric mean
^bGeometric standrad deviation
 **: p<0.01

3. 검사업무별 방사선관계종사자 선량 및 선량계의 유의성 결과

검사업무별 방사선관계종사자의 피폭선량은 일반촬영과 투시촬영업무로 구분하였다. 일반촬영 업무종사자의 경우 TLD 4.22 mSv, PLD 6.13 mSv, OSLD 6.91 mSv로 TLD의 선량값이 가장 낮았고, 투시촬영 업무종사자의 경우에서도 TLD 7.94 mSv, PLD 8.66 mSv, OSLD 9.53 mSv로 OSLD, PLD, TLD순으로 낮은 값을 나타냈다[Table 4].

Table 4. Effective dose of radiation workers by inspection work (unit: mSv)

	General examination			Fluoro		
	TLD	PLD	OSLD	TLD	PLD	OSLD
N	88	88	88	32	32	32
Mean	4.22	6.13	6.91	7.94	8.66	9.53
±						
SD	1.0	1.5	1.8	0.9	2.4	1.6
G.M	3.40	4.97	5.71	5.10	6.65	7.28
GSD	0.9	1.1	1.3	0.6	1.9	1.3

4. 분기별 방사선관계종사자 선량 및 선량계의 유익성 결과.

3개월 측정 단위로 나눈 분기별 방사선관계종사자의 피폭선량 측정값은 모든 계절에서 TLD, PLD, OSLD 순으로 높은 값을 보였다. 또한 TLD와 OSLD가 가장 큰 차이를 보인 분기는 TLD 4.20 mSv, PLD 7.17 mSv, OSLD 8.42 mSv를 나타낸 2분기(1월~3월)이었다 [Table 5].

Table 5. Effective dose of radiation workers by quarter

		N	Mean	±	SD	G.M	GSD
1분기 (10월~12월)	TLD	30	5.10		1.2	4.22	1.0
	PLD	30	6.35		3.0	5.95	2.3
	OSLD	30	7.24		1.5	6.81	1.1
2분기 (1월~3월)	TLD	30	4.20		1.4	3.10	1.3
	PLD	30	7.17		2.8	6.32	2.1
	OSLD	30	8.42		1.6	6.98	1.4
3분기 (4월~6월)	TLD	30	5.81		1.0	4.40	1.0
	PLD	30	8.43		2.8	6.52	2.2
	OSLD	30	9.80		1.6	7.53	1.5
4분기 (7월~9월)	TLD	30	6.75		1.4	5.14	1.3
	PLD	30	8.45		2.5	6.68	1.7
	OSLD	30	9.21		1.6	7.24	1.3

IV. 고 찰

방사선은 인류에게 많은 발전과 혜택을 주었지만 방사선에 노출됨으로써 예기치 못했던 방사선 장애가 발생하였다. 이렇게 발견 초기에는 방사선의 유해성을 감안하지 않고 많은 방사선 취급자들이 방사선에 과다하게 피폭되어 각종 암이 발생하여 사망하는 예가 있었다. 인체에 조사되면 장애가 발생하는데 방사선의 직접작용과 간접작용에 의하여 조직에 나타나는 급성 및 만성장애로 구분되며, 그 결과 치사, 아치사, 잠재적 치사 장애를 유발한다. 방사선으로 인해 일어나는 장애로는 혈액세포 수의 변화 등을 들 수 있다[10]. 이는 장기간에 걸쳐 피폭을 받는 방사선관계종사자의 건강상 문제를 야기할 수 있다. 따라서 방사선관계종사자의 피폭선량을 정확히 측정할 수 있는 측정 방법을 통해 직업상에서 방사선 피폭에 따른 방사선 장애를 방지하고 허용

선량 기준 내에서 방사선 피폭을 최소한으로 경감시키는 노력과 의지가 절대적으로 필요하다[11]. 이뿐만 아니라 방사선관계종사자와 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.

과거에는 개인의 피폭선량을 측정하는 선량계로는 감광 또는 흑화작용 등 화학 작용을 이용한 필름선량계에 의해 방사선관계종사자의 선량관리가 이루어졌다. 이후 불안정한 개인피폭선량계인 필름선량계를 대체하기 위해 현재에는 주로 방사선발생작업구역에서 형광 또는 섬광 등 여기 작용을 이용한 TLD를 사용하고 있다. TLD는 방사선에 대한 감도와 안정성이 좋고 비교적 동작원리가 간단하고, 소형화와 장기간에 걸친 집적 선량측정이 가능하며, 넓은 선량과 에너지 영역에서 직선적인 응답특성을 가지고 있으므로 개인피폭선량 및 환경방사선 측정에 각광을 받고 있지만[12], 방사선의 노출 방향에 따라서 피폭선량이 부정확하게 측정될 수 있는 방향의존성이 크며, PLD에 비해 장기간 사용 시 퇴행현상이 높은 단점을 지니고 있다.

또한 OSLD는 기존 TLD보다 화학적, 기계적으로 강도가 좋아 안정적이며, 퇴행(fading) 특성 중 short term이 거의 없어 조사 후 즉시 판독 가능하고 long term은 1년에 4% 이내인데 비해 TLD는 6개월에 10% 이내로 장시간 측정 시에 측정값이 낮게 측정될 수 있는 등[13], PLD나 OSLD에 대한 관심도와 연구가 점차 커져가고 있는 추세이다.

본 연구에서 TLD와 PLD와 OSLD의 객관적인 선량 측정 능력을 확인한 결과 TLD나 PLD 보다 OSLD가 ion-chamber의 절대값 선량과 더 근접 하였는데 이는 인체에 조사되는 방사선량을 조금 더 정확하게 측정할 수 있다는 의미로 해석할 수 있다. 또한 이번 연구에서 OSLD, PLD, TLD 선량은 모든 연구 결과 OSLD의 값이 일정하게 높은 값을 나타내고 있었다. 이는 최근 TLD와 OSLD를 이용하여 2009년 Texas Health

Science Center에서 Carlos Esquivel 등[14-15]과 2012년 이왕희 등[16]의 연구에서 TLD보다 OSLD가 더 높은 값을 나타낸 결과와 유사한 것을 알 수 있었다. 이와 더불어 현재 일부에서 사용되어지고 있는 PLD와 OSLD의 비교에서도 OSLD의 값이 PLD 보다 일정하게 높은 값을 나타냄을 알 수 있었다. 마지막으로 분기에 따른 선량계간의 선량값 차이는 1월~3월간의 누적 선량에서 가장 큰 차이를 보였는데, 이는 온도와 습도 등 대기 조건과 여러 변수 등에 관련하여 보다 깊은 연구가 필요하다 보여 진다.

V. 결 론

직접 X선 조사를 통한 개인피폭선량계의 선량값과 ion-chamber의 절대값과의 비교 결과 OSLD가 TLD나 PLD에 비해 더 유사한 선량값을 나타내 측정 능력면에서 더 우수한 결과를 나타냈다. 또한, 방사선발생구역에서 방사선관계종사자의 피폭선량이 OSLD에서 보다 높게 나타났으며, 이를 통한 개인피폭 관리 측면에서만 볼 때에는 OSLD가 더욱 적합함을 확인할 수 있었다.

본 연구의 제한점은 직접 X선 조사를 통한 개인피폭선량계의 선량값과 ion-chamber의 절대값과의 비교를 위해 기준이 되는 선량을 계산법을 적용하였기 때문에 선량계 결과와 다소간의 차이가 있을 수 있으며, 방사선 피폭상황에 따른 선량계의 수가 한정적이어서 본 연구결과로 TLD와 PLD 및 OSLD 전체로 일반화하기에는 제한적이다. 하지만 여러 가지 방사선 피폭상황에 따른 선량계 결과 값의 차이를 알아보고 비교 확인함으로써 선량계 유용성을 확인할 수 있었다. 따라서 개인의 피폭관리가 매우 중요시 되는 시점에서 정확한 피폭선량을 평가할 수 있도록 개인선량계를 선택 할 때 신중해야 할 것이며 추후에는 X선 뿐만 아니라 β 선, γ 선 등 다른 다양한 에너지와 그 에너지 크기에 따른 선량계 평가 및 피폭상황을 폭넓게 설정하여 다양한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] B. S. Lim, "Radiation exposure dose on persons engaged in radiation -related industries in Korea," Journal of radiological science and technology, Vol.29, No.3, pp.185-195, 2006.
- [2] H. R. Jung, C. H. Lim, and M. K. Lee, "A review of personal radiation dose per radiological technologists working at general hospitals," Journal of radiological science and technology, Vol.28, No.2, pp.137-144, 2005.
- [3] 식품의약품 안전평가원, 2011년도 의료기관 방사선관계종사자의 개인피폭선량 연보, 2012
- [4] 이해룡, "방사선종사자의 개인 피폭선량 측정", 국립보건원보, Vol.29, No.2, pp.460-466, 1992.
- [5] 하호영, "진단방사선 영역에서 피폭선량감소를 위한 기술적 연구", 대한방사선기술학회지, Vol.15, No.1, pp.89-97, 1992.
- [6] 진단용방사선안전관리규정, 2011. 식품의약품 안전평가원, 2011년도 의료기관 방사선관계종사자의 개인피폭선량 연보, 2012.
- [7] International Commission on Radiation Protection. General Principles of Monitoring for Radiation Protection for Workers, ICRP Publication 35 Ann, ICRP, Vol.9, No.4, 1982.
- [8] 권석근, 김용민, 김창규, 방사선관리학개론, 한국동위원소협회, 2012.
- [9] 정운관, "필름배지 선량계에 의한 개인피폭선량 측정에 관한 연구", 방사선방어학회지, Vol.19, No.1, pp.41-58, 1994.
- [10] 정홍량, 임청환, 이만구, "전국 종합병원 방사선사의 개인피폭선량에 대한 고찰", 방사선기술과 학학회지, Vol.28, No.2, pp.137-144, 2005.
- [11] 최재호, 강주근, 장서구, "DAP(Dose Area Product)를 이용한 TLD와 PLD의 선량 측정비교", 한국콘텐츠학회논문지, Vol.12, No.3, pp.244-250, 2012.
- [12] 강보선, 김가중, 김승국, 방사선계측학, 청구문화사, 2010

- [13] 채건식, 김영국, 손인호, "열형광선량계에 관한 연구", 경남대학교신소재연구소 논문집, Vol.5, pp.143-151, 1995.
- [14] C. Esquivel, M. S. Smith, and M. S. Sotirios Stathakis, In Vivo Dose Measurements for Total Body Irradiation using Optically Stimulated Luminescent Dosimeters, American Association of Physicists in Medicine, 2009.
- [15] C. Esquivel, M.S. Smith, and M.S. Sotirios Stathakis, "Total Skin Electron Therapy Skin Dose Validation Using Optically Stimulated Luminescent Dosimeters," American Association of Physicists in Medicine, 2009.
- [16] 이왕희, 김성철, 안성민, "광자극발광선량계와 열형광선량계를 이용한 핵의학과 선량 측정비교", 한국콘텐츠학회논문지, Vol.12, No.12, pp.329-334, 2012.

저 자 소 개

강 인 석(In-Seog Kang)

정회원



- 2014년 2월 : 가천대학교 보건대학원 방사선학과 졸업(보건학 석사)
- 1989년 2월 ~ 현재 : 인천기독병원 영상의학과

<관심분야> : 의료기기, 의료 선량

안 성 민(Sung-Min Ahn)

정회원



- 2010년 2월 : 한서대학교 화학과 (이학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 가천대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 핵의학, 방사선관리