

방사선방어용앞치마(Apron)의 차폐율과 균일성 측정을 통한 성능평가 연구

유 세 중* · 임 창 선** · 심 규 란**

*건양대학교병원 영상의학과 · **건양대학교 방사선학과

A study on performance evaluation of Apron by shielding rate and uniformity

Se-Jong Yoo* · Chang-seon Lim** · Kyu-ran Sim**

*Dept. of Diagnostic Radiology, Konyang University Hospital

**Dept. of Radiological Science, Konyang University

Abstract

In this study, we quantitatively analyzed the data by measuring the radiation shielding rate and uniformity in order to evaluate the performance of an Apron. In addition, storage conditions were also evaluated. The uniformity measurement was performed by evaluating the Apron DICOM images using a PACS program. The experiment was intended for 51 Aprons being used in three hospitals in the Daejeon area. The radiation shielding rate and uniformity were measured per lead equivalent for 0.25 mmPb, 0.35 mmPb, and 0.5 mmPb. As a result, the higher lead equivalents were, the greater differences in the non-uniformity between the top part and the bottom part became ($p=0.020$). In all hospitals, regarding the non-uniformity of four places in Aprons, all showed statistically significant differences ($p<0.01$). The average value of the transmitted radiation dose showed less difference ($p = 0.005$) in the bottom right than in the upper right but was statistically significant. There have been no marks of manufacturing date or the date of purchase in the Apron.

Key words : Apron, Shielding rate, Uniformity

1. 서론

최근 의료영역에서 CT(Computed Tomography)를 포함한 진단 및 치료용 방사선 장비의 급속한 발달과 함께 그 사용 또한 증가하고 있다. 이에 따라 1996년에는 진단용 방사선 관계 종사자 수가 12,652명이었던 것에 비해 2011년에는 약 5배 증가한 65,932명에 이

르렀다. 방사선 관계 종사자의 증가추세는 의료복지향상과 국민의 건강에 대한 관심의 고조로 건강검진 등 진단방사선 검사 횟수의 급증에 기인하는 것으로 판단되며, 앞으로 이러한 증가추세는 지속될 것으로 예상된다[1]. 이로 인해 의료영역에서 방사선피폭의 기회가 많아지고 있으며, 환자의 피폭뿐만 아니라 방사선 관계 종사자들의 피폭 경감 문제가 계속해서 대두되고 있다.

†Corresponding Author: ChangSeon Lim, The Department of Radiology, Konyang University, 158,

Gwanjeodong-ro, Seo-gu, Daejeon-si, Korea.

M-P: 010-3620-2812, E-mail: limso88@konyang.ac.kr

Received January 20, 2015; Revision Received March 11, 2015; Accepted March 11, 2015.

한 보고에 따르면 과거 자연방사선과 인공방사선의 상대적 피폭 비율이 85:15이던 것이 급격한 방사선 의료장비의 사용 증가로 거의 1:1 수준까지 되었다고 한다. 실제로 미국에서의 보고에 따르면 1980년대 초반, 1인당 의료용 방사선 피폭은 0.53 mSv에서 2006년 3.0 mSv로 5.7배 정도 증가되었다고 한다[2]. 현재까지 국내에서는 방사선피폭량에 대한 정확한 통계는 없지만, 국내에 보유한 CT장비수를 고려할 때 OECD국가 중 3위 정도라 추정하고 있다[3].

방사선 관계 종사자들의 경우에는 급성방사선에 의한 영향보다는 지속적 저선량에 의한 신체적 장애가 문제가 된다. 국제적인 역학 연구 결과에서는 100 mSv 이하의 방사선 피폭에서 직접적인 암 발생 증거는 발견하지 못했지만, 소량의 피폭이라 할지라도 체내 축적되는 누적선량을 고려하면 이는 향후 위험가능성이 있다. 그런 의미에서 소량일지라도 지속적으로 의료용 방사선에 자주 노출되는 것은 피해야 한다[4].

이와 같이 대두되고 있는 방사선관계종사자의 피폭선량을 감소시키는 방안은 방사선방어용앞치마(이하 Apron) 착용, 납 안경(Goggle) 착용, 갑상선용 보호대(Protector) 착용, 조사야 최소화, 1차선에 신체 일부 피폭금지, 납 유리 및 납 커튼사용, 펄스투시방식의 사용이 있다[5]. 이 장비들 중 현재 널리 사용되고 있는 Apron과 갑상선용 보호대는 종사자들이 언제나 착용을 해야 하는 중요한 보조 장비들이다[6].

Apron을 사용함에 따라 납 시트 부분의 균열과 납 성분의 분산 등 문제점이 있어[7], 정기적인 점검과 평소에 꺾이거나 접혀지지 않도록 보관하는 등 그 관리에 매우 중요한 사항이다[6]. 또한 구매를 했을 당시 Apron의 차폐효율이 높지만, 어떻게 보관하고 관리하는가에 따라 선량 차폐의 차이가 날 수 있다[8].

국내 의료기관 평가는 물론 외국에서도 방사선방어 개념으로 Apron의 성능 평가의 기준을 연 1회 육안검사와 투시검사를 하도록 하고 있다[9,10]. 하지만 평가의 기준에서 명시하고 있는 투시검사는 단지 균열 여부만 다루고 있어 실질적인 방사선 방어가 이루어져 있는지는 알 수가 없다.

본 연구에서는 Apron의 성능이 좋지 못할 경우 피폭이 상대적으로 높아질 수밖에 없다는 기본 이론을 바탕으로 Apron에 사용되어지는 납의 균일성을 정량적인 방법으로 측정하고, 그에 따른 차폐율을 측정하여 객관적이고, 정확한 Apron의 성능을 평가함으로써 방사선 관계 종사자의 피폭선량 감소에 이바지하고자 한다.

2. 조사대상 및 방법

2.1 조사대상 및 재료

Apron의 정기적인 관리를 하고 있는 대전지역 종합병원 3곳을 대상으로 투시검사를 이용한 차폐율과 균일도를 실험하였다. 방사선 발생장치는 T사 Fluorex finecope 300와 BLF-15B, S사 Axiom Iconos R200이며, 방사선 선량 측정기는 Rad-Check Plus를 사용하였다. Rad-Check Plus는 조사와 동시에 선량을 측정할 수 있으며, 선량 단위는 'mR' 단위로 표시된다. 측정 자료로 사용된 방사선 방어용 앞치마의 납당량은 0.25mmPb 9개, 0.35mmPb 27개, 0.5mmPb 15개이었다.

2.2 조사 방법

Apron의 보관방법 및 상태를 알아보기 위하여 Apron의 납당량, 사이즈, 청결정도, 구김정도, 흠집, 재봉선의 균열, 보관방법, 보관장소, 구입연도를 조사하였다.

2.2.1 선량 차폐율 측정방법

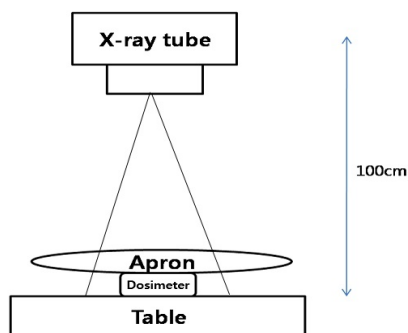
선량 조사 기준은 Apron의 착용 중앙 위치인 복부 촬영 조건인 <80 kVp, 25 mAs, SID 100 cm, FOV 15" x15" >으로 설정하여 Apron의 좌우별로 가슴부위, 생식선 부위 총 4곳을 납 당량별로 선량 차폐율을 측정하였다(Figure 1, 2).

$$SR = \left(\frac{(Non-Apron ID) - (Apron TD)}{Non-Apron ID} \right) \times 100\%$$

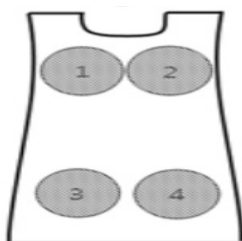
* SR: Shielding Ratio

* ID: irradiation Dose

* TD: Transmission Dose



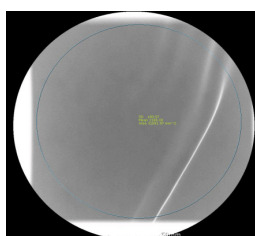
[Figure 1] Apron Transmitted Dose Measurement



[Figure 2] Transmitted Dose Measurement Point

2.2.2 균일성 측정방법

선량 차폐율 측정으로 발생된 DICOM 영상을 PACS 프로그램을 이용하여 영상의 ROI를 설정하고 Window W/L의 표준편차(SD) 값을 이용하여 투시영상의 균일성을 측정하였다[Figure 3].



[Figure 3] Apron Uniformity Measurement

2.3 자료 분석

본 연구 자료의 통계처리는 SPSS Windows Ver. 18.0을 이용하여 비교 분석하였다. 병원별 표준편차(SD), 병원별 투과선량 및 차폐율, 납당량별 Apron 특성값은 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였고, Apron 상하 부위 균일도 및 투과선량은 Wilcoxon signed rank 검정을 사용하였다. 측정값의 통계학적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

3. 결과

3.1 일반적 특성

실험 대상인 Apron의 일반적 특성을 보면 A병원 25개, B병원 10개, C병원 16개이며, 납당량별 개수는 0.25 mmPb가 9개, 0.35 mmPb가 27개, 0.5 mmPb가 15개로 Apron의 총 개수는 51개이었다.

3.2 병원별 차폐율 및 투과선량 분석

병원별로 Apron 각 부위의 투과선량 및 차폐율을 분석해 본 결과, 투과선량은 네 부위 모두 유의한 차이를 보이지 않았으며($p=0.082$), 차폐율 또한 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.285$)<Table 1>.

<Table 1> Shielding rate and transmission dose analysis of hospital-specific

Unit: Average \pm SD

Point**	Hospital(mR)			p-Value*
	A(n=25)	B(n=10)	C(n=16)	
RUTD	6.36 \pm 3.37	6.80 \pm 2.09	5.82 \pm 2.37	0.069
LUTD	6.29 \pm 3.69	6.20 \pm 2.53	5.73 \pm 2.39	0.452
RLTD	5.93 \pm 3.37	5.80 \pm 1.99	5.73 \pm 2.10	0.806
LLTD	6.14 \pm 3.59	6.00 \pm 1.70	5.73 \pm 2.01	0.629
AVTD	6.18 \pm 3.48	6.20 \pm 2.01	5.75 \pm 2.13	0.285
SR(%)	94.85 \pm 2.89	94.31 \pm 1.84	94.63 \pm 1.99	0.082

* Kruskal-Wallis test

** RU: Right-Upper, LU: Left-Upper, RL: Right-Lower, LL: Left-Lower, AV: Average, SD: Standard Deviation, SR: Shielding Ratio, TD: Transmissivity Dose

3.3 병원별 균일성 분석

병원별로 Apron의 각 4부위의 균일성을 분석한 결과 3곳 병원 모두 각 부위별 균일도가 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.000$)<Table 2>.

<Table 2> Uniformity analysis of hospital-specific

Unit: Average ±SD

Point**	Hospital (W/L)		
	A (n=25)	B (n=10)	C (n=16)
RU	66.04 ± 4.43	17.16 ± 6.59	237.24 ± 54.80
LU	67.38 ± 6.35	17.69 ± 5.75	244.74 ± 53.63
RL	70.99 ± 12.58	21.79 ± 7.45	258.37 ± 59.80
LL	69.23 ± 11.72	18.96 ± 5.88	232.16 ± 61.07
p-value	0.000	0.000	0.000

* Kruskal-Wallis test

** RU: Right-Upper, LU: Left-Upper, RL: Right-Lower, LL: Left-Lower, W/L: Width/level

3.4 Apron 부위 및 납당량별 균일성 및 투과선량 비교

납당량별로 Apron의 상·하 부위 균일성을 비교하였다. 평균 균일성에서는 우측하단부위(RL)가 우측상단부위(RU)보다 편차가 크게 나왔으며, 그 값은 경계 수준에서 유의한 차이를 보였고(p=0.058), 0.50 mmPb 납당량 Apron에서도 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.020). 좌측상단부위(LU)와 좌측하단부위(LL)는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며(p=0.307), 납당량별 비교에서도 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. Apron의 투과선량을 비교에서는 평균 투과선량에서 우측하단부위(RL)가 우측상단부위(RU)보다 투과선량이 낮게 나왔으며 그 값은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.005). 또한 0.25 mmPb 납당량 Apron에서는 경계 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈고(p=0.059), 0.035 mmPb 납당량 Apron에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.011). 좌측하단부위(LL)와 좌측상단부위(LU)는 균일성, 납당량별로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다<Table 3>.

<Table 3> Uniformity and transmission dose compared by Apron region and mmPb

Point***	Apron (n=51)				
	Average ±SD	p*	0.25**	0.35**	0.50**
RU (W/L)	106.64 ± 92.86	0.058	0.866	0.061	0.020
RL (W/L)	116.34 ± 101.04				
LU (W/L)	109.64 ± 95.52	0.307	0.176	0.313	0.281
LL (W/L)	107.06 ± 91.06				
RUTD (mR)	6.05 ± 2.49	0.005	0.059	0.011	0.317
RLTD (mR)	5.70 ± 2.58				
LUTD (mR)	5.96 ± 2.65	0.637	0.096	0.782	-
LLTD (mR)	5.90 ± 2.63				

* Wilcoxon signed rank test

** Unit: mmPb

*** RU: Right-Upper, LU: Left-Upper, RL: Right-Lower, LL: Left-Lower

3.5 병원별 균일성 및 투과선량 비교

병원별로 Apron 부위의 균일성 및 투과선량을 비교하였다. 균일성 평가에서 우측상단부위(RU)와 우측하단부위(RL)의 차이가 통계적으로 유의한 차이를 보이는 곳은 C병원(p=0.048)이었으며, 좌측상단부위(LU)와 좌측하단부위(LL)는 통계적으로 유의한 차이를 보이는 곳은 없었다. Apron의 투과선량을 비교에서는 우측상단부위(RU)와 우측하단부위(RL)의 차이가 A(p=0.034)병원, B(p=0.031)병원에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 좌측상단부위(LU)와 좌측하단부위(LL)는 통계적으로 유의한 차이를 보이는 곳은 없었다<Table 4>.

<Table 4> Uniformity and transmission dose compared by hospital

Point***	Hospital (Total apron n=51)				
	Average ±SD	p*	A.H	B.H	C.H
RU (W/L)	106.64 ± 92.86	0.058	0.144	0.169	0.048
RL (W/L)	116.34 ± 101.04				
LU (W/L)	109.64 ± 95.52	0.307	0.738	0.508	0.300
LL (W/L)	107.06 ± 91.06				
RUTD (mR)	6.05 ± 2.49	0.005	0.034	0.031	0.655
RLTD (mR)	5.70 ± 2.58				
LUTD (mR)	5.96 ± 2.65	0.637	0.480	0.527	-
LLTD (mR)	5.90 ± 2.63				

* Wilcoxon signed rank test

** A.H, B.H, C.H: A, B, C Hospital

*** RU: Right-Upper, LU: Left-Upper, RL: Right-Lower, LL: Left-Lower

4. 고찰

「진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙」에 규정되어 있는 ‘방사선방어시설검사기준’에 의하면 ‘진단용 방사선 발생장치를 사용할 때 방사선으로부터 환자 및 방사선 관계 종사자를 방어하기 위한 방사선 장해방어용 기구는 질병관리본부장의 고시 또는 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준(KS)에 맞아야 한다.’고 되어 있으며[11], ‘방사선방어용앞치마는 균일한 납당량을 갖는 구조이어야 한다.’고 명시되어 있다[12].

본 연구에서 Apron의 성능평가를 위해 사용한 조사 방법은 KS규격에서 규정하는 X선 방호용품류의 납당량 시험방법에 의거하여 X선의 직접조사를 통하여 시험하였다[13]. Apron의 성능에 관한 선행 연구에서는 투과선량율을 측정하거나[6,7], 증감지-필름을 이용하는 방법을 사용하였다[14]. 그러나 현재 필름에서 CR(Computed Radiography), DR(Digital Radiography) 시스템으로 급속도로 전환된 시점에서는 현실성이 결여된 연구방법이라고 할 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 입상에서 실제로 적용하기 쉬운 방법을 고안하여 보다 쉽게 시험에 접근이 가능하도록 하였다. 또한 균일성 측정방법은 그동안의 논문에서는 육안검사(외관의 최초 상태유지 및 파손 등의 유무 검사)와 투시검사(방사선을 투과하여 내부 파손 여부를 파악)를 통하여 균일성을 평가하였는데[14,15], 본 연구에서는 Apron의 투시영상을 DICOM화하여 W/L의 평균값과 표준편차(SD)값을 가지고 보다 정확한 균일성을 측정하였다.

Apron의 균일성을 보면 B병원의 편차가 가장 낮으므로 가장 균일하다고 할 수 있고, C병원의 표준편차가 가장 높으므로 상대적으로 불균일하다고 할 수 있다. 그 원인으로는 B병원의 대다수의 Apron 교체시기가 2013년도로 최근에 구입하였기 때문이라고 할 수 있다. C병원은 대다수의 Apron이 교체시기가 2001년도로 B병원 보다 구입연도가 비교적 오래되었다.

균일도와 투과선량을 각 부위별로 분석해보면, 균일성은 가슴부위에 비해 생식선부위의 균일도가 더 낮게 나오는 차이를 보였고, 투과선량은 가슴부위에 비해 생식선 부위가 더 적었다. 이러한 차이는 Apron을 옷걸이에 수직으로 걸어서 보관하였기 때문에 납 무게에 의해서 납이 아래로 쏠리는 현상이 일어나고, 이로 인하여 위쪽에 비하여 아래쪽 Apron이 구겨지거나 균열 등이 발생하였기 때문이다. 또한 납당량이 높을수록 균일성의 차이는 더 커진 것을 알 수 있었다($p=0.020$).

차폐율을 선행연구와 비교해 보았을 때 김 등의 연구[6]에서는 0.35 mmPb Apron의 차폐율이 95.3%,

0.5 mmPb 갑상선용의 차폐율이 97.4%이었고, 송 등의 연구[16]에서는 0.5 mmPb Apron의 차폐율이 제조사별로 96.25%~97.96%, 0.35 mmPb Apron의 차폐율이 95.81~96.79%, 0.25 mmPb Apron의 차폐율이 88.82~90.91%로 나타났다. 본 연구에서는 0.25 mmPb Apron의 차폐율이 평균 90.75%, 0.35 mmPb는 95.49%, 0.5 mmPb는 96.00%으로 선행연구와 특별히 큰 차이는 없었다.

현재 입상에서는 의료기관 평가 등으로 인하여 1년 단위로 육안검사, 투시검사를 통한 성능평가는 이루어지고 있지만 Apron의 제조일자를 표시한 곳은 없었다.

Apron이 제조일로부터 5년이 경과되면 사용하지 않는 것이 좋다는 주장도 있으나[14], Apron의 수명을 10년으로 보는 견해도 있다[17]. 따라서 관리적인 측면에서 Apron의 제조일자 및 구입일자를 기록하여 사용기간에 따른 정확한 성능평가가 이루어져야 할 것이다. 또한 본 연구의 방법론인 균일성과 투과선량 편차 등을 추가하여 적정 범위 내에 유지하고 있는지도 함께 관리를 한다면 방사선 종사자의 피폭 감소에도 상당히 기여할 것으로 본다.

5. 결론

본 연구에서는 방사선방어용앞치마(Apron)의 차폐율 및 균일도 측정을 통한 성능평가를 알아보기로 대전지역 3개 종합병원에서 실제 사용되고 있는 Apron을 이용해 보관 상태를 알아본 후, 각각의 투과선량 및 차폐율과 균일성을 측정하여 정량적으로 분석하였다. 각 병원마다 Apron의 보관을 옷걸이 형식을 이용함으로써 납이 하단 부위로 밀리는 현상이 사용기간에 따라 증가하였고, 그로 인하여 상단부위 보다 하단 부위가 균일성이 나빠지고, 상단부위는 납의 두께 등이 감소함으로 인하여 차폐율이 감소하는 현상이 생겼다. 따라서 진단용방사선발생장치가 디지털화 되어 가는 점을 고려하여 본 연구의 방법론인 균일도와 투과선량 편차를 검사항목에 추가하여, 적정 범위 내에서 Apron의 성능이 유지되고 있는지를 함께 관리한다면 종사자의 방사선 피폭을 감소시킬 수 있을 것이다.

6. Reference

- [1] Korea Centers for Disease Control and Prevention, (2014), 『2013 Report Occupational Radiation Exposure in Diagnostic Radiology in Korea』, No.3.

- [2] David A. Schauer, ScD, CHP Otha W. Linton, and MSJ, (2009), "National Council on Radiation Protection and Measurements Report Shows Substantial Medical Exposure Increase." , Radiological Society of North America, Radiology, 253(2), <<http://radiology.rsna.org/content/253/2/293.full.pdf+html>>
- [3] Whal Lee, (2011), "Current status of medical radiation exposure and regulation efforts" , J. of Korean Medical Assoc., 54(12): 1248-1252
- [4] ICRP(2007), "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103, Annals of the ICRP 137(2-4), Pergamon Press, Oxford
- [5] KFDA, (2006), 『Interventional radiology radiation protection guidelines』 , KFDA
- [6] S.H Kim, Y.S Park, T.I Kim, C.M Kim, and J.S, Oh, (2012), "Performance evaluation of Apron and Thyroid Protector" , J. of The Korean Society of Cardio-Vascular Interventional Technology, 15(1): 110-115.
- [7] Y.K. Kim, Y.I. Jang and J.M. Kim, (2003), "Improvement of the Shieldability and lightweight of a radiation protective apron" 26(1) : 45-50
- [8] Orhan O. and Arzu K. (2011), "How protective are the lead aprons we use against ionizing radiation?" , Turkish Society of Radiology, 1-6. 28 Feb. 2015, <http://www.researchgate.net/publication/51736352_How_protective_are_the_lead_aprons_we_use_against_ionizing_radiation>
- [9] W. Stam and M. Pillay (2008), "Inspection of Lead Aprons: A Practical Rejection Model" , Health Phys. 95(Suppl 2):133-136.
- [10] Michel R, Zorn MJ. (200), Implementation of an X-ray radiation protective equipment inspection program. Health Phys. 82:51-53.
- [11] The Korea Ministry of Health and Welfare, (2015), Diagnostic Radiology Safety Management Rules, <<http://www.law.go.kr/lsSc.do?menuId=0&p1=&subMenu=1&nwYn=1§ion=&query>>
- [12] The Korea Ministry of Food and Drug Safety, (2014), Standard Specifications for Electronic Medical Device, <<http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=1013&division=&searchkey>>
- [13] Korean Agency for Technology and Standards, (1990), KS A4025 Testing Method of Lead Equivalent for X-ray Protective Devices, <http://kssn.net/StdKS/KS_detail.asp?k1=>
- [14] H.J Yang, Y.S Jeon, K.C Lee, I.J Lee, S.S Lee, Jun Heo (1993), "Evaluation of Performance Test for Protective Aprons." , J of Korean Society of Radiological Technology, 16(2): 73-79.
- [15] H.S Park, J.H Kim, J.H Lee, and J.B Seon, (2010), "Performance evaluation of Apron and Thyroid Protector" , J. of The Korean Society of Cardio-Vascular Interventional Technology, 13(1): 144-151.
- [16] J.N Song, K.W Seol, S.H Choi (2011), "A Study on protection performance of radiation protective Aprons classified by manufacturers and lead equivalent using over tube type fluoroscopy" , J. of Korean Society of Radiological Science, 5(3): 135-141
- [17] J. P. McCaffrey, aH. Shen, B. Downton, and E. Mainegra-Hing (2007), "Radiation attenuation by lead and nonlead materials used in radiation shielding garments" , Med. Phys. 34(2):530-537.

저자 소개

유 세 중



- 2008.3-2010.2 건양대학교 보건학석사
- 2010.3-2013.8 건양대학교 보건학박사
- 2002.3-현재 건양대학병원 영상의학과
- 현) 건양대학교병원 영상의학과 팀장
- 현) 건양대학교 방사선학과 겸임교수

<관심분야>

방사선학, 보건의료, 정도관리, 보건의료정책, 의료사진학, PACS, 디지털영상학

주소 : 대전 서구 관저동로 158 건양대학교병원 영상의학과

심 규 란



- 2011.3-2015.2 건양대학교 방사선학과 <관심분야> 방사선학, CT, MRI, 일반촬영학

주소 : 대전 서구 관저동로 158 건양대학교 방사선학과

임 창 선



- 1989.3-1991.8 건국대학교 법학석사
- 1996.3-1999.2 목포대학교 이학석사
- 2000.3-2007.8 전남대학교 법학박사
- 2006.3-현재 건양대학교 방사선학과 부교수
- 현) 건양대학교 방사선학과 부교수

<관심분야>

방사선학, 정도관리, 보건의료정책, 의료법학, 디지털영상학

주소 : 대전 서구 관저동로 158 건양대학교 방사선학과