

진단용 X선 장치에서 방사선출력의 재현성 평가 (IEC 60601-2-54 표준규격을 기반으로)

한범희^{*,***}, 정홍량^{**}, 임청환^{**}, 김종일^{***}, 이상호^{*}, 한상현^{*}, 홍동희^{***}, 김창규^{****}, 유인규^{** *****},
모은희^{***}
서남대학교 방사선학과^{*}, 한서대학교 보건의료학과^{**}, 전북대학교 방사선과학기술학과^{***}, 김천대학교 방사선학과^{****},
한림대학교병원 영상의학과^{*****}

Evaluation of the Reproducibility of Radiation Output from Diagnostic X-ray Equipment(Standards Based on IEC 60601-2-54)

Beom-Hee Han^{*,***}, Hong-Ryang Jung^{**}, Cheong-Hwan Lim^{**}, Chong-Yeal Kim^{***},
Sang-Ho Lee^{*}, Sang-Hyun Han^{*}, Dong-Hee Hong^{***}, Chang-Gyu Kim^{****},
In-Gyu You^{** *****}, Eun-Hee Mo^{***}

Dept. of Radiological Science, Seonam University^{*}, Dept of Health Care, Hanseo University^{**}, Dept.
of Radiation Science & Technology, Chonbuk National University^{***}, Dept. of Radiological Science,
Gimcheon University^{****}, Dept. of Dignostic Radiology, Hallym University Hospital^{*****}

요 약 총 5대를 대상으로 한 진단용X선발생장치(DR)는 IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 방사선출력의 재현성 시험에서 4대가 적합으로 나타났으며, 다만 1대의 X선 장치에서 C Group의 시험 설정인 진단용X선장치의 최고 관전압의 50%와 관전류 시간 곱(mAs)이 1μGy에서 5μGy 사이의 인가출력량의 조합으로 측정된 항목에서 부적합으로 나타났다. 이에 따라 방사선량을 정량화하기 위한 표준으로 IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 방사선출력의 재현성이 진단용 X선 영상장치 성능관리에 중요한 평가 요소임을 인식해야 한다.

주제어 : IEC 60601-2-54 표준규격, 진단용X선발생장치, 방사선 출력, 재현성

Abstract For five diagnostic X-ray generators (DR), four units turned out to be appropriate in tests on the reproducibility of radiation output suggested in the IEC 60601-2-54 standard, but in one unit of the X-ray equipment, an item measured in a combination of 50% of the highest tube voltage of the diagnostic X-ray equipment, the test setting of Group C with authorized output doses between 1 μ Gy and 5 μ Gy of mAs turned out to be inappropriate. As a result, the radiation dose to the IEC 60601-2-54 standard for quantification standards proposed by the radiation output from diagnostic X-ray imaging device reproducibility of performance management should be aware that an important evaluation factor.

Key Words : IEC 60601-2-54 Standard, Diagnostic X-ray generators, Radiation output, Reproducibility

* 본 논문은 2013년 한국학술진흥재단의 학술연구비에 의하여 지원되었음

Received 18 January 2014, Revised 18 February 2014

Accepted 20 February 2014

Corresponding Author: Hong-Ryang Jung(The Society of Digital Policy)

Email: hrjung@hanseo.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

최근 방사선 진단 부문의 활성화로 인해 각종 X선 장치의 적용과 관련하여 의료현장에서 평상시의 작업 품질 유지 문제가 대두되고 있으나, 한국산업규격에서는 그와 같은 현장 환경 변화의 필요성을 효과적으로 반영하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 X선 장치와 그 장치를 사용하여 얻는 결과물에 대하여 현장 사용자에게 의한 기능 및 성능 점검 방법을 규정함으로써 방사선 기기 자체의 품질 유지에 도움을 주며, 사용자 또는 환자들에게 미칠 수 있는 피해 또는 위험을 경감하고자 IEC 61223 시리즈를 한국산업규격으로 제정하였다[1].

우리나라의 진단용X선발생장치에 관한 품질관리는 제조품질관리와 사용자품질관리로 나누어 이루어지고 있고, 제조품질관리 규격에 의해 안전하게 제조된 진단용 X선발생장치는 병원에 설치된 후에도 제조 당시의 품질이 그대로 유지되기 위하여 인수시험에 이어 상태시험이 이루어져야 하며, 이어서 사용자품질관리에 해당하는 일관성시험이 이루어져야 한다[2]. 그중 일관성시험은 사용자가 간단한 시험 기구를 이용하여 관련기기의 성능을 평가하고 감시하는 것으로 방사선사의 입장에서 X선 장치로 만들어지는 영상의 품질변화를 탐지할 수 있는 중요한 시험이다.

일관성시험은 IEC 61223-2-11 표준규격에 영상 진단 시스템에서 위 구성 요소의 성능을 묘사하거나 그것에 영향을 미치는 기능적 파라미터와 환자에게 불필요한 조사(照射)를 방지하면서 적절한 영상 표준을 유지하기 위해서 그런 파라미터에 관한 측정량의 변화가 허용 한계 이내에 있는지를 점검하는 방법을 규정하고 있다.

일관성시험은 기기의 성능이 설정기준에 쉽게 재현될 수 있도록, 다시 말해서 일관성 시험 결과가 조사 중인 파라미터의 변화에만 영향을 받도록 고안 되어있고, 시험도구와 시험장비의 범위는 최소한으로 유지되며 가능한 경우 수동적이거나 본질적으로 단순하거나 상당히 안정된 장치로 제한하여 임상 진단에 가장 자주 사용되는 것과 동일한 부하조건으로 일관성 시험을 수행하는 것으로 되어 있다. 직접 촬영 시스템에서 영상 성능평가의 시험조건으로 기능적 파라미터의 측정은 다음과 같은 시험조건이 있다.

-X선원 장치의 방사선 출력

-수상 구역의 방사선 입력

-기하학적 특성

-고대비 세부 묘사의 해상도

-X선 영상 전체에 걸친 광학 농도 변화[3].

이중 X선원 장치의 방사선출력은 X선에 의한 화질을 결정하는 중요한 평가 요소이다. 화질은 X선 장치의 출력과 선질, 재현성(reproducibility) 및 직선성(linearity) 등에 의해서 좌우되며, 이러한 요소는 장시간 사용 시에도 연속적으로 그 특성이 재현될 수 있어야 한다[4]. 특히, X선의 재현성은 출력량의 일정한 정도를 나타내는 것으로 관전압, 관전류, 조사시간, 거리 등 촬영에 관계되는 모든 기술인자들을 동일하게 하여 같은 조건에서 매번 측정된 결과치를 가지고 평가하는 것이다. 재현성은 현재 IEC 개별규격 중 IEC 60601-2-54 표준규격의 촬영 및 투시용 X선 장치의 기본 안전과 필수 성능에 관한 개별 요구사항에서 방사선출력의 재현성을 검증하기 위한 시험방법과 절차가 명시되어 있다[5].

이는 상용부하조건에서 시험하는 방법과 차이가 있으며 시험항목 또한 4가지 항목으로 구분한 것이 특징이다. 본 연구에서는 IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 시험 절차에 따라 방사선출력의 재현성 적합성을 평가하여 X선 장치의 성능평가의 신뢰성을 더욱 확보하고자 한다.

2. 실험 및 방법

2.1 실험기기

진단용X선발생장치[Fig. 1] 5대와 Ion Chamber 60cc (Model 2026C)[Fig. 2]를 비롯한 줄자, 테이프 등을 이용하여 IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 규정을 근거로 부하조건에서 방사선출력의 재현성을 측정하였다.



[Fig. 1] Digital Radiography Device



[Fig. 2] Ion Chamber

2.2 실험방법

기존의 실험방법은 동일한 관전압, 관전류, 조사시간의 설정치에서 연속적으로 10회 측정된 결과치를 기록하여, 그 값의 평균치와 표준편차, 변동계수를 구하여 장비의 성능을 평가하였다. 그러나 본 연구에서는 IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 규정을 근거로 부하 조건에서 방사선출력의 재현성 적합성의 평가 방법은 4 Group으로 나누어 시험절차를 설정하였다. A Group은 진단용 X선 장치의 관전압 최저치와 관전류 최대치의 조합으로 공기커마를 측정하고, B Group은 진단용 X선 장치의 관전압 최고치와 관전류 최소치의 조합으로 공기커마를 측정한다. C Group은 진단용 X선 장치의 최고 관전압의 50%와 관전류 시간 곱(mAs)이 1μGy에서 5μGy 사이의 인가출력량의 조합으로 공기커마를 측정하고, D Group은 진단용 X선 장치의 최고 관전압의 80%와 관전류 시간 곱(mAs)이 1μGy에서 5μGy 사이의 인가출력량의 조합으로 공기커마를 측정한다. 부하시간은 모든 설정에 대하여 0.01초와 0.032초 사이 영역에서 변화하여 10회 측정한다. 최고 관전압이 150kVp인 진단용 X선발생장치 4대와 최고 관전압이 125kVp인 진단용 X선발생장치 1대, 총 5대를 이용하여 FFD를 100cm로 하고, 조사야 크기를 15×15cm로 조정한다[Fig. 3]. 공기커마의 평균값을 계산하고,

$$\bar{X} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 \cdot \dots + a_n}{n} \quad (1)$$

여기서 \bar{X} 는 공기커마 측정값의 평균값을 의미하고, a는 공기커마 측정값이다. 평균값에 대한 표준편차를 계산한 아래의 공식에 의해 적합한가를 검증한다.

$$SD = \sqrt{\frac{D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 \cdot \dots + D_n^2}{n-1}} \quad (2)$$

여기서 SD는 표준편차이며, D는 공기커마의 측정값에서 평균값을 뺀 값을 의미한다.

위 두식에서 재현성의 변동계수를 다음 식으로 구할 수 있으며,

$$CV = \frac{SD}{\bar{X}} = \frac{1}{\bar{X}} \left(\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$= \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

공기커마의 측정값의 변동계수는 부하조건의 어떠한 조합에도 0.05 이상이 되어서는 안 된다.



[Fig. 3] Reproducibility Test

3. 실험결과

최고 관전압 150kVp인 4대와 최고 관전압 125kVp인

1대, 총 5대의 진단용 X선발생장치를 이용하여 IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 재현성을 평가한 결과 1대의 C Group에서 시험 설정인 진단용 X선 장치의 최고 관전압의 50%와 관전류 시간 곱(mAs)이 1 μ Gy에서 5 μ Gy 사이의 인가출력량의 조합으로 측정하여 부적합으로 나타났고, 나머지 4대에서는 모든 Group에서 적합으로 나타났다[Table 1].

<Table 1> Reproducibility of the proposed IEC 60601-2-54

Equipment	Group	\bar{X}	SD	CV	valuation
I	A	58.16	0.054772	0.000942	○
	B	19.148	0.399462	0.020862	○
	C	40.76	0.378153	0.009278	○
	D	33.4	0.070711	0.002117	○
II	A	305.2	0.441588	0.001447	○
	B	97.3	2.595188	0.026672	○
	C	34.94	0.114018	0.003263	○
	D	55.72	0.109545	0.001966	○
III	A	189.3	0.223607	0.001181	○
	B	41.1	1.315295	0.032002	○
	C	16.546	0.070922	0.004286	○
	D	45.82	0.109545	0.002391	○
IV	A	177.54	0.841427	0.004739	○
	B	22.914	0.685733	0.029926	○
	C	40.7	1.086278	0.02669	○
	D	49.98	0.506952	0.010143	○
V	A	122.4	0.452769	0.003699	○
	B	17.808	0.482566	0.027098	○
	C	43.94	13.66283	0.310943	×
	D	46.58	0.258844	0.005557	○

4. 고찰

국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission, IEC)에서 발간되는 규격은 유럽, 일본 등 해외 여러 나라에서 자국의 규격으로 이용되고 있으며, 국내에서는 현재 산업표준인 KS 형태와 더불어 강제성을 갖는 식품의약품안전청의 고시로서 발행되고 있다. 식품의약품안전청의 고시 중 공동규격을 포함하여 개별 기준규격 또한 공동규격 3편이 적용된 규격으로 개정될

것으로 예상하고, 제조 및 수출입을 해야 하는 업체나 그에 따라 시험 검사를 행하는 검사기관에서는 IEC규격의 변화에 민감할 수밖에 없다. 이처럼 IEC의 전자의료기기 기준규격이 2편에서 3편으로 변화하는 시점에서 3편이 적용되는 규격에 대한 대비가 필요하다. 진단용X선발생 장치의 경우, IEC 60601-2-32 표준규격에 존재하였으나 이는 3편 규격과 부합하는 작업이 진행되지 않고 폐기되면서 IEC 60601-1 3편을 적용하여 제정된 IEC 60601-2-54 표준규격으로 대체 되었다. IEC 60601-2-54 표준규격에서는 기계적 안전에 대한 항목의 강화, 선량 표시 항목의 강화 등 3편 적용 개별규격의 특징을 확인할 수 있다. 그 중 203.6.3.1 항목에서 방사선량 및 방사선질의 조정이 이루어졌고 203.6.3.2.101 항목은 촬영에서 방사선출력의 재현성에 대한 평가를 규정함으로써 장치의 성능에 대한 신뢰성을 더욱 더 확보할 수 있게 되었다[6].

IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 방사선출력의 재현성 시험방법은 출력선량 값을 1 μ Gy에서 5 μ Gy 사이에 나타나게 유지하고 관전압(kVp)을 최고치와 최저치 및 최고 관전압의 50%와 최고 관전압의 80% 값으로 다양하게 설정하여 평가하는 시험으로 검증하고 있기 때문에 본 연구에서는 지금까지 사용한 방사선출력의 재현성 평가 방식과 비교 분석하기에는 상당한 제한점이 있다.

기존의 방사선출력의 재현성 시험 평가는 관전압(kVp), 관전류(mA), 조사시간(sec), 촬영거리 등 임의로 일정한 발생조건에서 조사하였을 때 항상 같은 출력선량이 나타나도록 평가하는 방식으로 시험조건에 제한을 두지 않았다. 그러나 IEC 60601-2-54 표준규격에서는 4 Group으로 나누어 시험절차를 설정하였고 각각 관전압과 관전류, 조사시간에 제한을 두어 시험하도록 하였다. 기존의 방식으로 시험한 방사선출력의 재현성 평가를 연구한 논문을 살펴보면 황춘성의 X-선 발생장치의 출력 특성에 관한 연구에서 촬영시 출력조건을 100kVp, 100mA, 0.1sec로 고정하였을 때 단상전과정류장치에서 변동계수는 0.04로 가장 크며, 삼상전과정류장치는 0.03이고 인버터장치에서는 0.019로 가장 안정하게 나타났다[7]. 또한 나길주의 의료용 X선발생장치의 차폐체에 따른 반가층 및 조사선량 재현성에 관한 연구[8]와 권덕문의 X선 장치의 출력특성 분석 및 콜리메이터 성능개선의 논문에서도 인버터방식이 더 다른 방식보다 더 우수한 재현성의 결과를 얻었다[9]. 강병삼 외의 수도권지역 일

반촬영 장비의 정도관리 분석에서 총 22대의 X선발생장치를 평가한 결과 의원 및 교육기관의 경우 100mA에서 1대의 장치에서 부적합으로 나왔고 시험조건 200mA에서 역시 1대의 장치에서 부적합으로 나타났다. 또한 종합병원의 경우 총 28대의 X선발생장치를 평가한 결과 100mA와 200mA에서 각각 1대의 장치에서 부적합으로 나타났다[10]. 동경대 외 1차 의료기관의 엑스선 발생장치 정도관리에 관한 현황조사(광주광역시 지역을 중심으로) 논문에서도 관전압 60, 80, 100kVp, 관전류 100, 200mA, 조사시간 0.1, 0.2sec의 시험조건으로 설정하여 재현성을 평가하였다[11]. 이는 여러 가지 시험조건을 다양하게 설정하지 않은 영역에서 측정 평가한 것으로 본 연구와 차이가 있다. 이와 같이 동일한 조건과 DR장비를 대상으로 한 논문이 없어 객관적 지표로 비교 분석하기에 부족한 면이 있고 조사시간이 0.01초와 0.032초 사이 영역에서 변화하여 출력선량이 1 μ Gy에서 5 μ Gy 사이에 나타나는 장비가 흔치 않았다는 점에서 제약이 따랐다.

본 연구에서는 앞으로 IEC 60601-2-54 표준규격의 촬영 및 투시용 X선 장치의 기본 안전과 필수 성능에 관한 개별 요구사항이 적용될 것에 대비하여 의료기기 시험검사 항목을 파악하여 적용하는데 유용할 것이라 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 진단용X선 장치 5대에서 IEC 60601-2-54 표준규격을 적용한 방사선출력의 재현성시험을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

4대의 진단용X선발생장치(DR)에서 IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 방사선출력의 재현성이 적합으로 나타났으며, 다만 1대의 X선 장치 C Group의 시험 설정에서 부적합으로 나타났다. IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 방사선출력의 재현성 시험과 일반적인 방사선출력의 재현성의 평가 방법에서 많은 차이가 있다. 이는 그동안 IEC 60601 Serises의 공동규격인 IEC 60601-1의 2판을 적용하였고, 본 논문은 IEC 60601-2-54 표준규격에서 제공된 방사선출력의 재현성 평가 방법이 출력선량 값을 1 μ Gy에서 5 μ Gy 사이에 나타나게 하여 낮게 유지하고 관전압(kVp)을 최고치와 최저치 및 최고 관전압의 50%와 최고 관전압의 80% 값으로 다양하게 설정하여 평

가하는 시험방법으로 적용하였기 때문이다. 최근 의료기술의 발달함께 방사선의 사용이 세계적으로 큰 관심이 대두되는 만큼, 방사선량에 대한 연구 및 관련 규격의 변화가 이루어지고 있음을 확인할 수 있다. 외국의 선진국에서는 IEC의 최신판이 발행됨과 동시에 적용되는 반면 우리나라에서는 강제성을 가지는 식품의약품안전청 고시로 적용되기까지는 상당한 준비 기간을 필요로 한다. 이러한 상황에서 방사선량을 정량화하기 위한 표준으로 IEC 60601-2-54 표준규격에서 제시한 방사선출력의 재현성이 진단용 X선 영상장치 성능관리에 중요한 평가 요소임을 인식해야 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

In this paper, the 2013 Conference of the Korea Research Foundation was supported by grants

REFERENCES

- [1] IEC 61223-1 Evaluation and routine testing in medical imaging departments-Part 1 : General aspects, 2005. 09. 30
- [2] Kim Jung-Min, "Diagnostic X-ray equipment to keep the performance management plan", Korea Food & Drug Administration, Radiation Health Newsletter, Vol. 19, No. 1, pp. 15, 2012.
- [3] IEC 61223-2-11 Evaluation and routine testing in medical imaging departments-Part 2-11:Constancy tests-Equipment for general direct radiography, 09. 30, 2005.
- [4] Yoon Jung-Seop , Kim Choon-Sik, Ko Shin-Gwan, "Medical X-ray equipment on the management of the maintenance and performance review", Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 15, No. 1, pp. 25-26, 1992.
- [5] IEC 60601-2-54 Medical electrical equipment - Part 2-54: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for radiography and radioscopy, 01. 02, 2012.

- [6] Kim Hyun-Ji, Kim Jung-Min, Choi In-Seok, "Features and Trends of IEC Particular Standards for Medical Equipment Related to Diagnostic X-ray Based on IEC 60601-1:2005 Ed. 3.0", Journal of Radiological Science and Technology, Vol.36, No. 1, pp. 1-10, 2013.
- [7] Whang Choon-Sung, "A Study on the Output Characteristics of X-ray Generator", Dept. of Electrical Engineering, Graduate School of Industry, Chosun University, pp. 33-35, 1999
- [8] Na Kil-Ju, "A Study on the Reproducibility of Exposure Doses and Half Value Layer by Shield for Medical X-ray Generator", Department of Electrical Engineering Graduate School of Mokpo National University, pp. 48-50, 2010.
- [9] Kwon Duk-Moon, " Investigation of Diagnostic X-ray Equipments Characteristics and Improvement of Collimator Using Laser", Department of Sensor and System Engineering Graduate School Yeungnam University, pp. 57-59, 2002.
- [10] Kang Byung-Sam, Lee Kang-min, Shim Woo-Yong, "Analyze for the Quality Control of General X-ray Systems in Capital region", Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 35, No. 2, pp. 93-101, 2012.
- [11] Dong Kyung-Rae, Lee Seun-Joo, Kweon Dae-Cheol, Goo Eun-Hoe, "Actual Condition of Quality Control of X-ray Imaging System in Primary Care Institution: focused on Gwangju Metropolitan City", The Journal of the Korean Association for Radiation Protection, Vol. 35, No. 1, pp. 34-42, 2010.

한 범 희(Han. Beom Hee)



- 2009년 2월 : 한서대학교 방사선학과(방사선학석사)
- 2011년 2월 : 전북대학교 방사선과 학기술헌과(박사수료)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 서남대학교 방사선학과 교수
- 관심분야 : 방사선물리, 방사선방호

· E-Mail : raphael121215@seonam.ac.kr

정 홍 량(Jung. Hong Ryang)



- 1995년 2월 : 단국대학교 행정대학원 보건행정학과(보건학석사)
- 2004년 8월 : 순천향대학교 환경보건학과(보건학박사)
- 1999년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 방사선학과 교수
- 관심분야 : 방사선학, 보건역학

· E-Mail : hrjung@hanseo.ac.kr

임 청 환(Lim. Cheong Hwan)



- 1997년 8월 : 단국대학교 행정대학원 보건행정학과(보건학석사)
- 2005년 2월 : 경원대학교 의료경영학과(보건학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 방사선학과 교수
- 관심분야 : 방사선학, 영상정보학

· E-Mail : LCH116@hanseo.ac.kr

김 종 일(Kim. Chong Yeal)



- 1986년 2월 : 전북대학교 물리학과(이학사)
- 1991년 2월 : Univ. of Texas at Austin(핵물리학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 과학과 교수
- 관심분야 : 핵물리학

· E-Mail : kimbo@jbnu.ac.kr

이 상 호(Lee. Sang Ho)



- 2009년 8월 : 한서대학교 방사선학과(방사선학석사)
- 2012년 3월 : 원광대학교 화학과(이학박사)
- 2010년 8월 ~ 현재 : 서남대학교 방사선학과 교수
- 관심분야 : 방사선학, 보건의료

· E-Mail : ho8350@hanmail.net

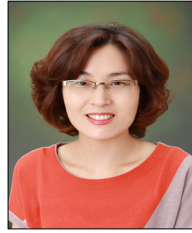
한 상 현(Han, Sang Hyun)



- 2008년 2월 : 건양대학교 보건대학원(보건학석사)
- 2012년 3월 : 충북대학교 의용생체공학과(박사과정)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 서남대학교 방사선학과 교수
- 관심분야 : 핵의학, 보건학

· E-Mail : luck2han@hanmail.net

모 은 희(Mo, Eun Hee)



- 2009년 8월 : 한서대학교 방사선학과(방사선학석사)
- 2013년 8월 : 전북대학교 방사선과학기술학과(이학박사)
- 1995년 1월 ~ 현재 : 원광대학교병원 영상학과
- 관심분야 : 방사선치료학, 초음파

· E-Mail : mo0428@hanmail.net

홍 동 희(Hong, Dong Hee)



- 2005년 8월 : 한서대학교 방사선학과(방사선학석사)
- 2013년 3월 : 한서대학교 보건의료학과(박사과정)
- 2011년 9월 ~ 현재 : 서남대학교 방사선학과 교수
- 관심분야 : 방사선학, 초음파영상

· E-Mail : hansound2@hanmail.net

김 창 규(Kim, Chang Gyu)



- 2003년 8월 : 한남대학교 물리학과(이학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 김천대학교 방사선학과 교수
- 2009년 3월 ~ 현재 : 김천대학교 보건과학연구소 소장
- 관심분야 : 방사선물리, 의료영상

· E-Mail : radkcg@hanmail.net

유 인 규(You, In Gyu)



- 2012년 2월 : 한서대학교 방사선학과(방사선학석사)
- 2012년 2월 ~ 현재 : 한서대학교 보건의료학과(박사과정)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 방사선학과 외래교수
- 관심분야 : 방사선학, 보건정책

· E-Mail : semicom72@daum.net