

## &lt;원저&gt;

## 건강검진센터의 의료방사선 피폭 품질관리 시스템 구축 운영 경험 보고

## - Set Up and Operation for Medical Radiation Exposure Quality Control System of Health Promotion Center -

<sup>1)</sup>고려대학교 보건과학연구소·<sup>2)</sup>충북보건과학대학교 방사선학과·  
<sup>3)</sup>차의과대학교 분당차병원 영상의학과·<sup>4)</sup>고려대학교 보건환경융합학부

김정수<sup>1)2)</sup>·정혜경<sup>3)</sup>·김정민<sup>4)</sup>

## — 국문초록 —

모든 의료방사선 검사는 정당성과 최적화가 확보되어야 한다. 특히 질병의 예방과 조기 진단을 목적으로 하는 건강검진에서 방사선 피폭의 최적화를 위한 모니터링은 절대적으로 필요하다. 본 연구에서는 DICOM 규격을 이용하여 건강검진센터의 의료방사선 피폭 품질관리 사례에 대해 보고하고자 한다. 적용된 시스템을 이용하여 건강검진센터의 진단참고 값을 제정하고 이를 통한 품질관리를 시행하였다. CT에서는 전체 703명에 대한 진단참고 값으로 복부검사에서 357.9 mGy·cm, 두부검사에서 572.38 mGy·cm, 심장혈관 칼슘검사에서 55.92 mGy·cm, 저선량 폐 검사에서 53.98 mGy·cm, 경추 검사에서 284.99 mGy·cm, 요추 검사에서 341.85 mGy·cm를 도출하였으며, 흉부 X선 검사 1955건에 대해 274.0 mGy·cm<sup>2</sup>과 유방 촬영에서는 6.09 mGy의 진단참고 값을 도출하였다. 본 연구에서 개발된 시스템은 건강검진센터에서 수검자에 조사되는 방사선의 피폭선량을 실시간으로 모니터링하고 이를 이용한 피폭선량의 최적화와 정당화를 위한 품질관리 도구로 활용될 것이다.

**중심 단어:** 방사선 피폭, 환자선량, 품질관리, 건강검진, 진단참고 값

## I. 서 론

건강검진은 질병이 없는 사람들에게 일정한 의학적 검사를 수행하여 질병을 조기에 진단하거나 질병이 발생할 가능성이 큰 사람을 선별하는 과정을 말한다<sup>1)</sup>. 따라서 건강진단을 받는 사람은 수검자로 지칭하여 질병의 치료를 목적으로 하는 환자와는 구분하고 있다. 인구의 고령화와 서구화로 암을 발생이 증가하고 있고 이를 치료하기 위한 의료비가 증가되면서 건강검진의 중요성이 한층 높아지고 있다. 건강보험심사평가원 2014년 건강보험통계 연보에 따르면 건강진단 급여의 청구 건수가 2010년 대비 2013년에 16.9%, 2014년에 26.7%가 증가하였다<sup>2)</sup>. 이와 더불어 건강검진에서

반드시 포함되는 검사에서 컴퓨터 단층촬영이나 양전자 방출 단층 촬영과 같이 방사선 피폭이 높은 검사의 비중은 더욱 높아지고 있는 것 또한 사실이다. 모든 의료방사선을 이용하는 영상의학검사에는 검사의 정당성이 확보되어야 하고 영상의 품질에 대한 최적화가 이루어져야 한다. 국제방사선방호위원회에서는(International Commission on Radiological Protection, ICRP) 모든 영상의학검사에서 합리적으로 달성 가능한 최소 피폭(As Low As Reasonably Achievable, ALARA)의 원칙을 준수하여 임상에서 필요한 최적의 영상정보를 획득하면서 환자에게 조사되는 방사선량을 최소화 할 것을 권고하고 있다<sup>3~8)</sup>. 하지만 건강검진에서 행해지는 영상의학검사는 행위의 정당성에 입각하여서

는 논란의 여지가 있는 것이 사실이다. 따라서 건강검진에서 행하여지는 의료방사선 피폭의 관리에 대한 중요성이 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 서울 소재 한 대학병원 건강검진센터의 의료방사선 피폭관리를 위해 설계한 의료방사선 품질관리 시스템의 설치 경험과 운영 사례에 대해 보고하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연동 장비

건강검진센터에서 시행되는 의료방사선 품질관리를 위해 서울소재 C 대학병원에서 의료방사선 품질관리 시스템에 연동되는 진단용 방사선발생장치의 목록은 Table 1과 같다.

### 2. 시스템 구성

시스템의 구성에 사용한 하드웨어는 Intel® Xeon® 5600 series의 quad-core 프로세스에 4 GB의 메모리를 사용하였고 데이터베이스는 MS SQL server standard edition(Microsoft corp. US)를 사용하였으며 운영체제는 Windows Server 2008(Microsoft corp. US)을 사용하였다.

### 3. 선량정보 연동방법

CT 장치의 연동은 의료영상표준규격(Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM)영상과 방사선 선량 구조화 리포트(Radiation Dose Structured Report, RDSR)를 획득하여 선량 정보를 추출하였다. 두 대의 일반 X선 촬영장치의 경우 DICOM 헤더 정보에서 (0018, 115E)의 면적선량 정보를 추출하고 이를 데이터베이스로 전송되도록 하였다. 일반 X선 촬영장치 2대 중 1대에서 면적선량 값을 나타내지 않아 개발 시스템과의 연동을 위해 별도의 면적선량계를 콜리메이터 앞에 부착하고 측정되는 면적선량

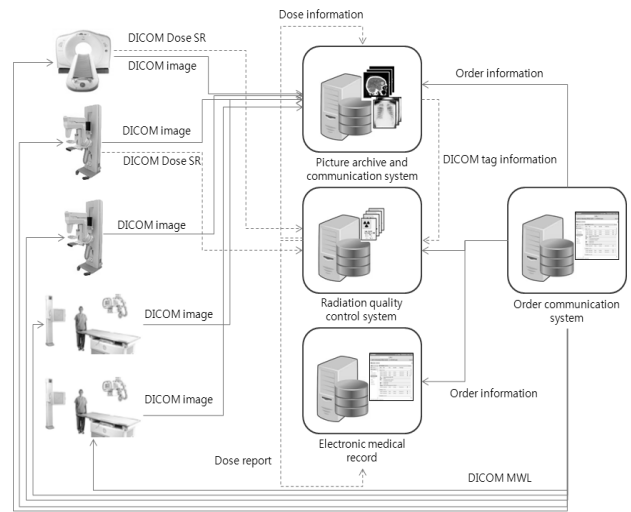


Figure 1 System configure of radiation QC

정보를 장비제조사에 의뢰하여 DICOM header 정보에 입력하도록 하였다. 유방촬영 장치의 경우 DICOM 헤더의 (1108,115E) 선량면적 값 정보에 추가적으로 (0040,0314)의 장기선량 값을 추출하여 기록하도록 하였다. 의료방사선 품질관리 시스템의 구성도는 Figure 1과 같다.

### 4. 진단참조준위 설정

2015년 3월 1일부터 2015년 3월 31일까지 1개월 동안 수집된 방사선 검사에 대하여 품질관리를 시행하기 위해 의료기관의 진단참조준위 값을 설정하였다. 진단참고 값(Diagnostic reference levels, DRLs)은 국제방사선방어위원회(International atomic energy agency, IAEA)의 권고에 따라 의료기관에서 조사된 선량의 분포에서 3사분면 값을 선택하였다<sup>9)</sup>. 3사분면 DRLs의 설정을 위해 SPSS Version 22(IBM corp. US)를 사용하여 빈도 분석을 시행하였다.

Table 1 This table was showed modality list of medical radiation quality control system

Modality	Model	Manufacture
DR	Brivo XR 575	GE Healthcare
DR	RADREX MRAD-A805	Toshiba medical system
Mammo	SENOGRAPHE ESSENTIAL	GE Healthcare
Mammo	SELENIA	Hologic
CT	Optima 660	GE Healthcare

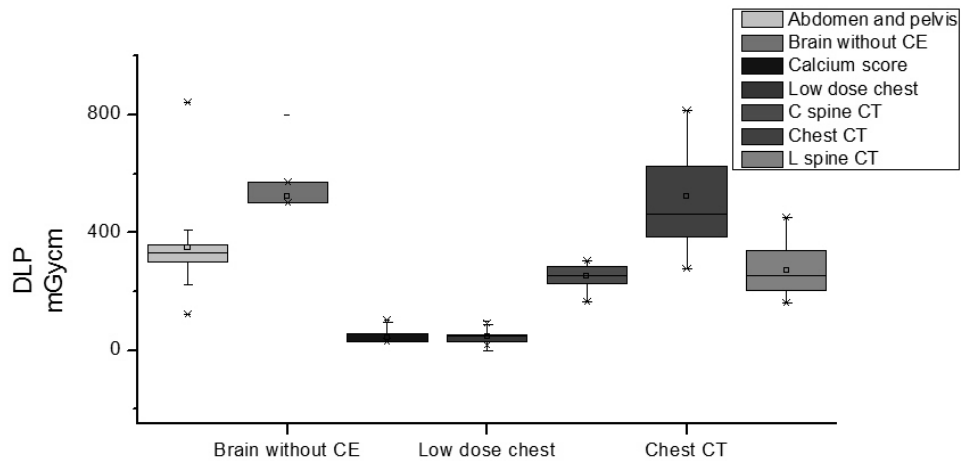


Figure 2 Each diagnostic reference levels in CT examinations at health promotion center

Table 2 Statistical analysis of CT examination(mGy · cm).

	Abdomen and pelvis	Brain without CE	Calcium score	Low dose chest	C-spine CT	Chest CT	L-spine CT
N	30	143	79	332	48	16	54
Average DLP	349.2	522.5	44.2	46.3	253.3	523.9	271.9
Standard deviation	117.4	39.6	20.5	16.8	33.4	153.6	71.2
Range	719.7	300.5	73.3	83.8	137.3	538.8	290.2
Minimum DLP	123.5	500.8	30.1	16	166.9	276.1	160.3
Maximun DLP	843.1	801.3	103.4	99.8	304.2	814.9	450.6
Percentile							
25	25	301.1	500.8	30.1	30.4	226.4	395.1
50	337.1	500.8	30.1	49.9	255.3	486.5	259.3
75	357.9	572.4	55.9	54	285	672.8	341.9

### III. 결 과

구축된 시스템에서는 저장된 방사선 피폭의 정보를 조회하기 위한 “홈”메뉴, 환자에 따른 피폭정보를 조회하기 위한 “환자”메뉴, 장비에 따른 피폭 정보를 조회하기 위한 “장비”메뉴, 검사 종류에 따른 피폭선량정보 조회를 위한 “검사”메뉴와 분석을 위한 메뉴로 구분하여 구성 하였다. CT 검사의 경우 해당 기간에 시행한 환자가 703명으로 각 검사 건수는 Table 2와 같다. 각 CT 검사의 선량길이곱(dose length product, DLP)에 대한 평균값은 복부 검사에서 349.2 mGy·cm, 두부 검사에서 522.5 mGy·cm, 심장혈관 칼슘 검사에서 44.2 mGy·cm, 저선량 폐 검사에서 253.2 mGy·cm, 경추 검사에서 523.9 mGy·cm, 요추부 검사에서 271.9 mGy·cm를 나타냈다. CT 검사에 대한 DRLs은 Figure 2와 같다.

흉부 X선 검사 1955건에 대한 의료기관 DRLs는 274.0 mGy·cm<sup>2</sup>으로 나타났고 평균 선량면적 값은 220.9 mGy·cm<sup>2</sup>,

최대값은 1014.8 mGy·cm<sup>2</sup>, 최소값은 64.8 mGy·cm<sup>2</sup>로 나타났다.

해당 기간 중 검사된 유방촬영 536건에서 장기선량에 대한 DRLs은 6.0 mGy로 나타났고 평균 선량은 5.4 mGy, 최소값은 1.2 mGy, 최대값은 12.6 mGy로 나타났다.

### IV. 고찰 및 결론

시스템의 적용 단계에서 흉부촬영을 시행하는 두 개 장치 중 한 대의 X선 장치에서 높은 선량으로 조사되는 것을 확인하였다. 이는 조사야 콜리메이터의 고장으로 검사자가 적절한 조사야를 선택하지 못하고 넓은 조사야를 사용하여 검사를 시행한 것으로 확인되었다. 따라서 해당 장비에 대한 즉각적인 유지보수를 시행하였다. 그 결과 환자에 대한 피폭선량의 감소되었다.

시스템의 운영과정에서 두 대의 일반 X선 촬영장비가 제

조회사에 따라 서로 다른 방사선 단위를 사용하고 있는 것을 발견하였다. 이를 수정하기 위해 시스템에 사용되는 방사선 단위에 보정계수를 반영하여 사용자가 혼란을 겪지 않도록 하였다. 시스템과 연동한 유방촬영 장비 두 대는 각기 다른 선량 분포 경향을 나타냈다. 이는 두 장비 사이의 피폭 선량에 차이가 있음을 나타내는 것으로 향후 의료장비 선정의 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

흉부촬영 검사의 피폭 선량이 1,014.8 mGy·cm<sup>2</sup>로 높게 나타난 경우는 검사 당시 환자의 움직임으로 인해 2회 촬영한 것으로 확인 되었다. 이와 같이 본 연구에서 구축한 시스템에서는 높은 선량을 나타낸 환자에 대해 그 원인을 파악하여 의료방사선의 품질관리 기능을 수행할 수 있었다.

Tessa 등의 논문에서는 오픈소스를 이용하여 CT의 선량 보고서의 피폭선량 정보를 광학문자인식(optical character recognition, OCR)로 인식하였다. OCR을 이용한 인식에서는 CT의 관전압, 관전류, CTDIvol과 DLP(dose length product) 값을 인식하거나 DICOM dose SR의 정보를 추출하는 방식으로 피폭선량 정보를 획득하고, 이를 북미영상의학회의 CT선량 등록소(ACR dose registry)로 전송하였다<sup>10)</sup>.

디지털 방사선영상시스템은 검사자와 판독의사 모두 영상에 사용된 방사선의 피폭량을 파악하기 어려운 단점을 가지고 있다. 뿐만 아니라 검사자는 물리적으로 신호대잡음비가 우수한 영상을 얻기 위해 더 많은 방사선을 환자에게 노출하는 경향이 발생한다<sup>11)</sup>.

본 연구에서는 적용한 시스템은 검사자의 실수나 장비의 이상과 같은 피폭선량의 변화 추이를 확인할 수 있도록 하였고, 시스템의 분석 기능을 활용하여 사람에 의한 실수를 최소화하는 정도관리가 가능하도록 하였다. 콜메이터의 고장으로 조사야가 모두 열린 상태에서 검사된 흉부 X선 촬영에서 선량면적 값이 높게 나오는 것을 확인하고 이것을 교정한 것은 대표적으로 장비 정도관리 사례이다.

2012년 식품의약품안전처의 조사에서 국내에 설치되어 있는 CT 장비의 43% 정도는 환자의 피폭선량을 표시하지 않는 것으로 조사 되었으나 일반 X선 촬영장치나 투시촬영장치, 혈관조영장치, 유방촬영장치의 경우는 어느 정도의 장비가 선량을 표시하는지에 대한 자료도 존재하지 않는 것이 현실이다<sup>12)</sup>. 특히 건강검진의 방사선 피폭의 정당화를 확보하기 위해서는 더욱 엄격한 방사선 피폭 품질관리가 요구된다.

이에 본 연구의 결과가 건강검진센터의 피폭선량 품질관리에 DICOM 정보를 이용하였고 이는 질병의 진단을 위해 영상의학 검사의 정당성이 확보되는 환자보다 더욱 엄격한

방사선 품질관리가 요구되는 건강검진센터에 의료방사선 품질관리에 대한 성공적이 사례라 할 수 있다.

본 연구에서는 DRLs 설정 후에 대한 변동을 조사하지 못하였으나 추가적인 연구를 통하여 DRLs 설정 이후의 선량의 변동에 대한 품질관리 사례를 분석하여야 할 것이다.

## REFERENCE

1. Jong Won Gil, Jong Hyock Park, Min Hui Park, et. al: Estimated Exposure Dose and Usage of Radiological Examination of the National Health Screening, JOURNAL OF RADIATION PROTECTION, 39(3), 142-149, 2014
2. The Health Insurance Review and Assessment Service. Statistics annual report 2014, Accessed February. 9. 2016  
[http://www.hira.or.kr/dummy.do?pgmid=HIRAA020045010000&cmsurl=/cms/medi\\_info/07/03/01/1337460\\_27398.html&subject=2014%eb%85%84+%ea%b1%b4%ea%b0%95%eb%b3%b4%ed%97%98%ed%86%b5%ea%b3%84%ec%97%b0%eb%b3%b4#none](http://www.hira.or.kr/dummy.do?pgmid=HIRAA020045010000&cmsurl=/cms/medi_info/07/03/01/1337460_27398.html&subject=2014%eb%85%84+%ea%b1%b4%ea%b0%95%eb%b3%b4%ed%97%98%ed%86%b5%ea%b3%84%ec%97%b0%eb%b3%b4#none)
3. ICRP publication 103: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, The International Commission on Radiological Protection, Ann ICRP 37(2-4), 1-332, 2007
4. ICRP Publication 105: Radiation protection in medicine, The International Commission on Radiological Protection, Ann ICRP 37(6), 1-64, 2007
5. Thomas L. Slovis: Children, computed tomography radiation dose, and the As Low As Reasonably Achievable (ALARA) concept, Pediatrics 112(4) October 1, 971 -972, 2003
6. Strauss, Keith J., and Sue C. Kaste: The ALARA (As Low As Reasonably Achievable) Concept in Pediatric Interventional and Fluoroscopic Imaging: Striving to Keep Radiation Doses as Low as Possible during Fluoroscopy of Pediatric Patients—A White Paper Executive Summary 1, Radiology 240(3), 621-622, 2006
7. Brody, A. S., Frush, D. P., Huda, W., & Brent, R. L.: Radiation risk to children from computed tomog-

- raphy, Pediatrics 120(3), 677-682, 2007
8. Yong-Su Yoon, Jung-Min Kim, Hyun-Ji Kim et. al.: Report for Spreading Culture of Medical Radiation Safety in Korea : Mainly the Activities of the Korean Alliance for Radiation Safety and Culture in Medicine(KARSM), Journal of Korean Society of radiological technology, 36(3), 193-200, 2013.
  9. Cynthia H. McCollough, Diagnostic Reference Levels, Accessed March, 3.  
<http://www.imagewisely.org/Imaging-Modalities/Computed-Tomography/Medical-Physicists/Articles/Diagnostic-Reference-Levels?referrer=search>
  10. Tessa S. Cook, Stefan L. Zimmerman, Scott R. Steingall, Andrew D. A. Maidment, Woojin Kim, William W. Boonn,: RADIANCE: An Automated, Enterprisewide Solution for Archiving and Reporting CT Radiation Dose Estimates, Radiographics 31(7) 1833-1846, 2011
  11. ICRP publication 93: Managing Patient Dose in Digital Radiology, The International Commission on Radiological Protection, Ann. ICRP 34 (1), 2004
  12. Ministry of food and drug safety. Research for national medical radiation exposure reduction infrastructure report, 2012.

•Abstract

## Set Up and Operation for Medical Radiation Exposure Quality Control System of Health Promotion Center

Jung-Su Kim<sup>1)2)</sup>·Hae-Kyoung Jung<sup>3)</sup>·Jung-Min Kim<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>The Institute of Health Science Research, Korea University

<sup>2)</sup>Department of Radiologic Technology, Chungbuk Health & Science University

<sup>3)</sup>Department of Diagnostic Radiology, CHA Bundang Medical Center, CHA University

<sup>4)</sup>Department of Health and Environmental Science, Korea University

In this study, standard model of medical radiation dosage quality control system will be suggested and the useful of this system in clinical field will be reviewed.

Radiation dosage information of modalities are gathered from digital imaging and communications in medicine(DICOM) standard data(such as DICOM dose SR and DICOM header) and stored in database. One CT scan, two digital radiography modalities and two mammography modalities in one health promotion center in Seoul are used to derive clinical data for one month. After 1 months research with 703 CT scans, the study shows CT 357.9 mGy·cm in abdomen and pelvic CT, 572.4 mGy·cm in brain without CT, 55.9 mGy·cm in calcium score/heart CT, screening CT at 54 mGy·cm in chest screening CT(low dose screening CT scan), 284.99 mGy·cm in C-spine CT and 341.85 mGy·cm in L-spine CT as health promotion center reference level of each exam. And with 1955 digital radiography cases, it shows 274.0 mGy·cm<sup>2</sup> and for mammography 6.09 mGy is shown based on 536 cases.

The use of medical radiation shall comply with the principles of justification and optimization. This quality management of medical radiation exposure must be performed in order to follow the principle. And the procedure to reduce the radiation exposure of patients and staff can be achieved through this. The results of this study can be applied as a useful tool to perform the quality control of medical radiation exposure.

**Key Words :** Radiation exposure, Patient dose, Quality control, Health promotion, Diagnostic reference levels