국내·외 일반방사선촬영 검사에 의한 의료방사선 피폭 실태조사 분석

김우진[1] · 이민영[1] · 박 일[1] · 이진오[1] · 김광표[1,*]

[1]경희대학교 원자력공학과

Analysis of National Medical Radiation Exposures by General Radiography

Woo Jin Kim[1], Min Young Lee[1], Il Park[1], Jin O Lee[1] and Kwang Pyo Kim[1,*]

[1]*Department of Nuclear Engineering, Kyung Hee University, 1732 Deokyoung-Daero Giheoung-Gu Yongin-Si Gyeonggi-Do 17104, Republic of Korea*

Abstract - The number of general radiographic examinations was about 200 million per year in 2015, which accounts for 78% of frequency for total diagnostic radiography in Korea. Due to the high frequency of general radiography and resulting high collective dose, it is required to manage medical radiation safety and patient dose. Nation-wide surveys on medical radiation exposures have been conducted in developed countries for optimization of patient dose and radiological safety. The objective of this study was to analyze the national medical radiation exposures by general radiography. In Korea, several studies have been conducted since 2008. The most recent study was conducted in 2017. The average entrance surface doses and ranges were 2.45 (0.63~22.72), 2.30 (0.46~24.29), 0.33 (0.04~2.20), 1.06 (0.11~5.81), 2.91 (0.22~8.45), and 2.87 (0.29~8.50) mGy for head AP, head LAT, chest PA, chest LAT, abdomen AP, and pelvis AP examinations, respectively. For pediatric patients, the radiation doses for abdomen AP were 0.26 (0.04~1.34), 0.68 (0.05~3.34), and 1.06 (0.08~4.13) mGy for newborns, 5 and 10 years groups respectively. There was wide variation in radiation dose among hospitals. The radiation doses for abdomen AP and pelvis AP examinations, which give relative high radiation dose to patients, in Korea were about 8% and 13% lower than radiation doses in other developed countries. The radiation dose for chest PA examination, which gives relative low radiation dose to patients, was about 0.33 mGy in Korea and was about 0.12 mGy in the US and the UK. The wide variation in radiation dose among hospitals suggests that more attention must be paid to reduce unnecessary radiation exposure from medical imaging. Periodic nation-wide survey on medical radiation exposure is necessary to optimize patient dose for radiation protection purpose, which will ultimately contribute to patient dose reduction and radiological safety.

Key words : Diagnostic radiography, Medical radiation exposure, Patient dose, General radiography, Entrance surface dose

* Corresponding author: Kwang Pyo Kim, Tel. +82-10-4030-7067, Fax. +82-31-273-3592, E-mail. kpkim@khu.ac.kr

서 론

일반방사선촬영은 엑스선을 인체에 투과시켜 인체 내 물질의 종류, 밀도 차이에 따른 엑스선의 투과 정도를 이용하여 해부학적 구조를 영상화하는 의료기술이다. 일반방사선촬영은 타 방사선 검사에 비해 간단한 검사방법으로서 결핵, 폐렴, 신장결석, 골절 등 다양한 질병 진단에 널리 사용되고 있다. 현재 인구의 고령화로 인한 촬영 수요 증가 및 보건산업의 발전으로 인해 일반방사선촬영의 사용량이 점차 증가하는 추세이다(UNSCEAR 2010). 최근 수행된 국내 연구결과에 따르면 2015년 기준 일반방사선촬영 검사 건수는 연간 약 2억 건으로, 전체 진단방사선 검사의 약 78%를 차지함으로써 사용량 비중이 가장 높은 것으로 나타났다(Fig. 1) (질병관리본부 2017a). 2015년 기준 일반방사선촬영에 의한 국민의 집단선량은 약 27,500 man·Sv로, 전체 진단방사선에 의한 피폭선량의 약 39%를 차지하는 것으로 나타났다.

일반방사선촬영 검사는 전체 진단방사선 검사 사용량 중 가장 높은 비중을 차지하고, 사용량이 점차 늘어남에 따라 일반방사선촬영 검사에 의한 피폭선량도 증가하고 있다. 높은 피폭선량은 방사선장해를 일으킬 수 있어 방사선안전 및 국민보건 관점에서 우려의 대상이므로, 일반방사선촬영에서의 환자선량에 대한 관리가 요구되고 있는 실정이다. 의료피폭은 환자에게 일상에서보다 높은 방사선 피폭을 유발하나, 의료상의 이득이 환자에게 돌아가므로 환자선량관리는 계획피폭 상황과는 구분되는 접근법이 요구된다. 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection; ICRP)에서는 의료영역에서 사용되는 방사선은 환자의 이득을 위해 사용되어야 하며, 최적화되어 있어야 한다고 명시하고 있다(ICRP 1990). 즉, 진단방사선 검사에서 환자보호의 기본원리는 방사선 사용으로 인한 의료상의 이득은 최대화하되, 피폭선량은 경제적, 사회적 인자를 고려하여 합리적으로 달성할 수 있는 한 낮게 유지하는 것이다(ICRP 1996; ICRP 2017).

환자선량 관리의 최적화를 위하여 영국, 미국 등 의료 선진국에서는 주기적으로 의료방사선 피폭 실태조사를 수행하고 있다. 의료방사선 피폭 실태조사 범위는 병원 단위에서부터 국가 단위까지 광범위하게 이루어지고 있다. 국내에서는 질병관리본부를 중심으로 주기적으로 일반방사선촬영, 전산화단층촬영, 유방촬영, 치과촬영 등 방사선 검사에 의한 피폭 실태조사가 수행되고 있다(질병관리본부 2017a). 전 세계적으로 일반방사선촬영 검사의 사용량이 증가하고 있는 상황에서 우리나라 국민의 환자선량 관리 정도를 파악하기 위하여 국내·외 일반방사선촬영 검사에 의한 의료방사선 피폭 실태조사 현황을 조사하고, 이를 비교·분석할 필요가 있다.

본 연구의 목적은 국내·외 일반방사선촬영 검사에 의한 의료방사선 피폭 실태조사 현황에 대한 조사 및 분석이다. 국내·외 의료방사선 피폭 실태조사 현황을 조사하기에 앞서 실태조사 시에 수행하는 일반방사선촬영장치의 방사선량 측정 방법론을 조사하였다. 그리고 국외 일반방사선촬영 검사에 의한 의료방사선 피폭 실태조사 현황을 조사 및 분석하여 국내 실태조사 결과와 비교·분석하였다.

본 론

1. 실태조사에 사용되는 방사선량 측정 방법론

일반방사선촬영에 의한 의료방사선 피폭 실태조사는 일반방사선촬영장치의 방사선량 측정을 통해 수행된다. 이와 관련하여 국제방사선방호위원회(ICRP), 국제방사선단위측정위원회(International Commission on Radiation Units and Measurements; ICRU), 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency; IAEA)에서는 방사선량 측정에 관한 보고서를 발간하고 있다(ICRU 2005; IAEA 2007; ICRP 2017). 본 연구에서는 국내·외 의료방사선 피폭 실태조사 현황 분석에 앞서 일반방사선촬영장치의 방사선량 측정 방법론을 조사하였다.

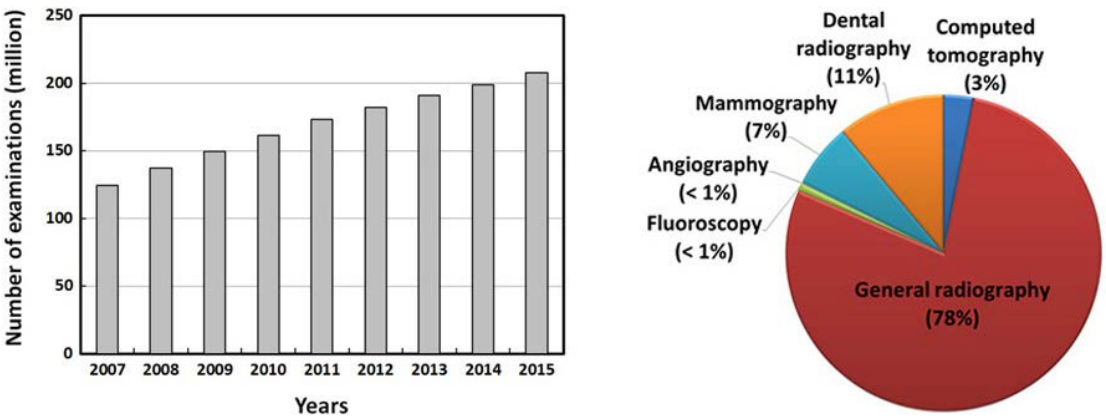

Fig. 1. Number of general radiography examinations per year in Korea and proportion of frequency of diagnostic radiography in Korea (2015).

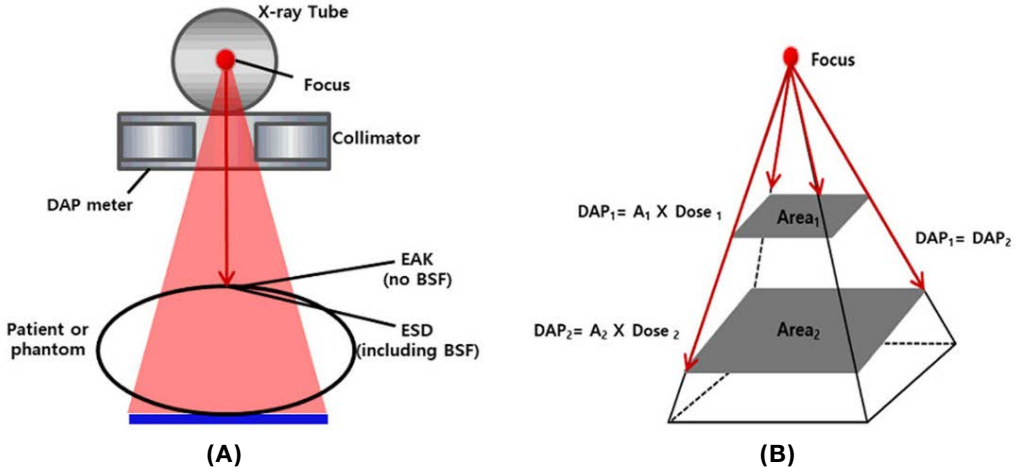

Fig. 2. Concepts of (A) ESD and (B) DAP measurements for general radiography.

일반방사선촬영 검사에 의한 방사선량은 검사에 사용되는 전리방사선의 양을 평가할 수 있어야 하며, 쉽게 측정 혹은 결정될 수 있어야 한다(ICRP 2017). ICRU와 IAEA는 방사선량 단위로 공기커마를 이용하여 나타낼 수 있는 물리량을 사용할 것을 권고하고 있다(ICRU 2005; IAEA 2007). 일반방사선촬영장치의 방사선량 단위로는 입사면선량(Entrance Surface Dose; ESD) 또는 선량면적곱(Dose Area Product; DAP)이 일반적으로 사용된다(Fig. 2). 입사면선량은 검사 시 엑스선이 입사하는 환자 표면의 중심영역에서의 후방산란의 영향을 포함한 흡수선량으로 정의된다. 이때 중심영역은 엑스선 빔의 중심축과 엑스선이 입사하는 환자 표면의 교차점을 말한다. 입사면선량은 일반방사선촬영 검사에서 환자선량을 나타내는 대표적인 지표로 사용된다. 입사면선량은 직접 측정 혹은 측정 결과를 이용한 계산을 통해 도출될 수 있다. 입사면선량의 직접 측정은 이온전리함, 유리선량계, 열형광선량계 등의 선량계를 환자 또는 선량평가 모의체 위에 위치시켜 수행된다(Fig. 3). 그리고 입사면선량은 측정된 입사공기커마(Entrance Air Kerma; EAK), 후방산란계수(Backscatter factor; BSF), 공기와 조직에 대한 질량-에너지흡수계수(μ_{en})에 의하여 계산될 수 있다. 후방산란계수는 엑스선 스펙트럼, 방사선장의 크기, 환자 또는 선량평가 모의체의 크기에 따라 다르며, 입사면선량의 계산식은 아래와 같다(ICRU 2005).

$$ESD = EAK \times BSF \times (\mu_{en})_{tissue} / (\mu_{en})_{air} \quad (1)$$

입사면선량은 환자에게 사용된 엑스선의 강도에 대한 정보를 제공하나, 환자가 어느 정도의 조사면적에 노출되었는지에 대한 정보는 제공할 수 없다. 따라서 선량면적곱의 개념이 도입되었다. 선량면적곱은 초점으로부터 동일한 거리에서 측정된 입사공기커마(EAK)와 엑스선 조사면적(A)을 곱한 값으로 정의된다. 선량면적곱은 엑스선 초점과 환자 사이 빔 축

Fig. 3. Examples of ESD measurement for general radiography.

상의 모든 위치에서 정의될 수 있다. 방사선의 강도는 엑스선 초점에서 멀어질수록 거리의 자승에 반비례하여 감쇄하는 반면에, 방사선의 조사면적은 거리의 자승에 비례하여 증가하므로 그 효과가 서로 상쇄되기 때문이다. 선량면적곱은 직접 측정 혹은 계산으로 도출될 수 있다. 선량면적곱의 직접 측정은 엑스선관의 방출구에 위치한 면적선량계를 이용한다.

$$DAP = \int_A EAK(A)\, dA = EAK \times A \quad (2)$$

2. 국외 일반방사선촬영 검사의 의료방사선 피폭 실태조사 현황 분석

2.1 영국

영국의 의료방사선 피폭 실태조사 연구는 영국 보건국(Health Protection Agency; HPA)에 의하여 활발하게 수행되고 있다. 현재 HPA는 영국 공중보건국(Public Health England; PHE)에 속해 있으며, PHE에서 HPA의 역할을 수행하고 있다. 영국 보건국은 주기적으로 의료방사선 검사의 피폭선량

정보를 수집하고 있으며, 영국의 일반방사선촬영에 의한 의료방사선 피폭 실태조사 연구는 2005년, 2010년에 수행된 바 있다(HPA 2007; HPA 2012). 영국에서는 2006년 1월부터 2010년 12월까지 전국 320개의 의료기관에서 일반방사선촬영에 의한 환자선량 자료를 수집하였다. 이는 영국 내 진단방사선 촬영 장비를 가진 병원의 약 25%를 차지하는 것으로 나타났다. 자료 수집은 입사면선량, 선량면적곱 등의 선량뿐만 아니라 나이, 체중 등 환자 정보, 영상 장비와 촬영기술 등에 대해서도 조사가 이루어졌다. 입사면선량, 선량면적곱에 대한 정보 수집은 각각 약 165,000건, 221,000건의 검사에 대하여 수행되었다. 환자 정보 수집은 검사별 평균 약 8,000명의 환자에 대해 수행되었으며, 검사별 최대 약 110,000명의 환자에 대한 조사가 수행되었다. 각각의 정보는 피폭선량 정보 수집을 위한 설문지에 작성되었으며, 통계분석 프로그램을 통해 수집된 정보의 자료 검증을 수행하였다.

Table 1에 2010년 기준 영국의 입사면선량, 선량면적곱에 대한 의료피폭 실태조사 결과를 나타내었다(HPA 2012). 영국의 일반방사선촬영 시 입사면선량 분포는 두부 AP/PA, 두부 LAT, 흉부 PA, 흉부 LAT, 복부 AP, 골반 AP 검사에 대해 범위는 각각 0.30~3.5, 0.70~2.3, 0.02~1.1, 0.22~1.26, 0.10~11, 0.80~8.3 mGy로 나타났으며, 평균은 각각 1.8, 1.1, 0.12, 0.48, 3.6, 3.2 mGy로 나타났다. 선량면적곱 분포는 흉부 PA, 복부 AP, 골반 AP 검사에 대해 범위는 각각 0.01~0.80, 0.50~6.1, 0.10~6.5 mGy·cm^{2}로 나타났으며, 평균은 각각 0.09, 2.0, 1.8 mGy·cm^{2}로 나타났다.

2.2 미국

미국의 국가적인 의료방사선 연구는 미국의학물리학자협회(The American Association of Physicists in Medicine; AAPM)를 중심으로 수행되고 있다. 미국은 1998년 국가 엑스선촬영 경향분석(Nationwide Evaluation of X-ray Trends; NEXT) 프로그램에서 소아의 흉부 검사에 대한 정보를 수집하였으며, 2001년, 2002년에 각각 성인의 흉부 검사, 복부 및 요천추 검사에 대한 피폭선량 정보를 수집하였다(CRCPD 2004; CRCPD 2005; CRCPD 2006).

1998년 미국에서는 소아의 흉부 검사에 대한 정보 수집을 위해 병원, 소아 시설 등을 포함한 366개의 기관에서 9개월(체중: 약 8 kg), 15개월(체중: 약 11 kg) 연령의 소아 선량평가 모의체를 이용하여 수집한 자료를 기반으로 소아의 흉부 AP, 흉부 PA 검사의 입사면선량을 계산하였다(CRCPD 2004). 성인의 경우에는 2001년 미국 전역의 병원, 비병원을 포함한 전체 239개의 기관에서 수집한 자료를 기반으로 신장 170 cm,

Table 1. ESD and DAP for general radiography examinations in the UK (2010)

Radiation dose units	Examinations	Number of measurements			Mean (Range)
		Hospital	Room	Patient	
ESD (mGy)	Abdomen AP	70	167	11,987	3.6 (0.1~11)
	Chest AP	9	53	23,524	0.16 (0.03~0.56)
	Chest LAT	23	47	1,211	0.48 (0.22~1.26)
	Chest PA	95	285	43,562	0.12 (0.02~1.1)
	Knee AP	17	40	3,295	0.26 (0.09~0.9)
	Knee LAT	13	32	2,767	0.33 (0.1~1.9)
	Lumbar spine AP	80	192	5,280	4.6 (1.1~12.6)
	Lumbar spine LAT	80	185	5,524	7.9 (1.5~26.9)
	Pelvis AP	84	204	9,132	3.2 (0.8~8.3)
	Shoulder AP	15	34	4,373	0.4 (0.1~1.0)
	Skull AP/PA	10	21	1,439	1.8 (0.3~3.5)
	Skull LAT	9	21	300	1.1 (0.7~2.3)
	Thoracic spine AP	38	104	1,528	2.9 (0.7~16)
	Thoracic spine LAT	40	104	1,650	5.2 (0.7~17)
DAP (mGy·cm^2)	Abdomen AP	78	188	17,831	2 (0.5~6.1)
	Cervical spine AP	18	40	844	0.23 (0.03~4.7)
	Cervical spine LAT	21	44	982	0.2 (0.03~2.1)
	Chest AP	22	41	3,986	0.18 (0.01~1.9)
	Chest PA	162	433	110,491	0.09 (0.01~0.8)
	Lumbar spine AP	101	206	5,475	1.3 (0.3~6.7)
	Lumbar spine LAT	125	278	6,636	2.1 (0.6~6.6)
	Pelvis AP	144	305	19,048	1.8 (0.1~6.5)
	Thoracic spine AP	54	92	1,320	0.8 (0.2~2.7)
	Thoracic spine LAT	54	96	1,450	1.3 (0.2~6.5)

Table 2. ESD for general radiography examinations in the US (2013)

Age	Examinations	Number of measurements			ESD (mGy)
		All	Hospital	Non hospital	Mean (Range)
Pediatric	Chest PA (with grid)	17	–	–	0.079 (0.019～0.190)
	Chest PA (without grid)	202	–	–	0.038 (0.009～0.132)
Adult	Chest PA (with grid)	239	79	160	0.12 (0.02～0.46)
	Abdomen AP	180	104	76	2.7 (0.3～14.7)
	Lumbosacral LAT	256	100	156	3.4 (0.2～14.7)

Table 3. DRLs for adult general radiography examinations in Germany (2016)

Examinations	DAP ($mGy \cdot cm^2$)	Examinations	DAP ($mGy \cdot cm^2$)
Skull AP/PA	600	Thoracic spine LAT	1,400
Skull LAT	500	Lumbar spine AP/PA	2,000
Shoulder	250	Lumbar spine LAT	3,500
Thorax PA	150	Abdomen AP/PA	2,300
Thorax LAT	400	Pelvis AP/PA	2,500
Thoracic spine AP/PA	1,100	Hip	1,100

체중 74 kg의 표준 환자에 대한 흉부 PA 검사의 입사면선량을 계산하였다(CRCPD 2005). 2002년에는 성인의 복부 검사에 대하여 전체 180개 기관에서 수집된 정보를 이용하여 복부 전후(Anterior-Posterior; AP) 두께가 23 cm인 표준 환자에 대한 입사면선량을 계산하였다. 요천추 검사는 전체 256개 기관에서 수집된 정보를 이용하여 복부 전후 두께가 23 cm인 표준 환자에 대한 입사면선량을 계산하였다(CRCPD 2006). 미국은 상기 수집된 자료를 기반으로 2013년에 NCRP 보고서 172를 바탕으로 개정된 ACR-AAPM Practice Guideline에서 미국의 성인, 소아에 대한 일반방사선촬영에 의한 의료피폭 실태조사 결과를 보고하였다(ACR-AAPM 2013; NCRP 2013). 성인은 흉부 PA, 복부 AP, 요천추 AP 검사에 대한 실태조사 결과를 제시하였으며, 소아는 흉부 PA 검사(그리드 포함/미포함)에 대한 결과가 제시되었다. Table 2에 2013년 기준 미국의 입사면선량에 대한 의료피폭 실태조사 결과를 나타내었다(NCRP 2013).

2.3 독일

독일에서는 연방방사선방호청(Federal Office for Radiation Protection; BfS)을 중심으로 의료피폭 실태조사에 대한 연구가 수행되고 있다. 연방방사선방호청은 2003년 방사선 관련 규정을 개정하여 진단방사선 검사에서 진단참조준위(Diagnostic Reference Level; DRL)를 설정하도록 권고한 이래 매년 전국 병원을 대상으로 진단방사선 검사의 사용량 및 피폭선량 정보에 대한 설문조사를 수행하고 있다. 독일에서는 2003년, 2010년, 2016년에 조사된 설문조사 자료를 기반으로 일반방사선촬영 진단참조준위를 설정하였다(BfS 2003; BfS 2010; BfS 2016). 독일의 경우에는 평균값을 제시하지 않고, 선량 분포의 3사분위에 해당하는 값을 제시하였다. Tables 3, 4에 2016년 기준 독일의 성인 및 소아의 일반방사선촬영 진단참조준위를 나타내었다(BfS 2016).

Table 4. DRLs for pediatric general radiography examinations in Germany (2016)

Examinations	Weight, Age	DAP ($mGy \cdot cm^2$)
Brain skull AP	3～12 m	120
	1～5 y	240
Brain skull LAT	3～12 m	100
	1～5 y	200
Thorax AP/PA	＜3 kg	3
	3～5 kg, 0～3 m	5
	5～10 kg, 3～12 m	10
	10～19 kg, 1～5 y	20
	19～32 kg, 5～10 y	35
Thorax LAT	10～19 kg, 1～5 y	25
	19～32 kg, 5～10 y	50
Abdomen AP/PA	3～5 kg, 0～3 m	20
	5～10 kg, 3～12 m	50
	10～19 kg, 1～5 y	100
	19～32 kg, 5～10 y	200
Pelvis AP/PA	10～19 kg, 1～5 y	120
	19～32 kg, 5～10 y	250

2.4 일본

일본에서는 국가적인 의료방사선 관리를 위해 2010년 J-RIME (Japan Network for Research and Information on Medical Exposures)을 설립하였다. 2014년 J-RIME에서는 환자선량 관리를 위하여 진단참조준위를 설정하기로 하였으

며, 이를 위한 실무 그룹을 구성하였다. 진단참조준위는 의료절차에서 일상적 환자선량이 비정상적으로 높은지를 확인하기 위해 사용되는 참조준위 개념이다. 일반적으로 진단참조준위는 측정된 선량분포의 3사분위 수준에서 결정된다. 일본에서는 2015년 전국적으로 의료방사선 검사에 대한 설문조사와 표준 선량평가 모의체를 이용한 측정 자료를 기반으로 진단참조준위를 설정하였다(J-RIME 2015). 일본에서도 평균값을 제시하지 않고, 선량 분포의 3사분위에 해당하는 값을 제시하였다. Table 5에 2015년 기준 일본의 일반방사선촬영 진단참조준위를 나타내었다(J-RIME 2015).

2.5 유엔방사선영향과학위원회 (UNSCEAR)

유엔방사선영향과학위원회(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation; UNSCEAR)는 인체에 대한 방사선의 영향 및 위험 분석을 위해 국제연합(United Nations; UN)에 의하여 설립된 국제기구이다. UNSCEAR는 전세계 의료방사선 안전관리 현황 파악을 위하여 각국의 의료방사선 피폭선량에 대한 정보를 수집하고 있다. 정보 수집은 설문지를 이용하여 각국의 담당자로부터 수집하거나, 그 외 국가 연구보고서, 문헌 등을 조사하여 수행되고 있다. UNSCEAR는 최근 1997~2007년 기간 동안 국가 및 기관을 대상으로 수집한 전 세계 의료방사선 피폭 실태조사 결과를 보고서로 발간하였다(UNSCEAR 2010). 해당 보고서에서는 각국의 일반방사선촬영 검사종류별 입사공기커마에 대한 조사 결과를 제시하고 있다. Table 6에 UNSCEAR 보고서에 수록되어 있는 일부 국가의 일반방사선촬영에 의한 의료피폭 실태조사 결과를 나타내었다(UNSCEAR 2010).

Table 5. DRLs for general radiography examinations in Japan (2015)

Examinations	ESD (mGy)	Examinations	ESD (mGy)
Skull	3.0	Pelvis	3.0
Lateral of skull	2.0	Femur	2.0
Cervical spine	0.9	Ankle joint	0.2
Thoracic spine	3.0	Forearm	0.2
Lateral of thoracic spine	6.0	Guthmann[a)]	6.0
Chest PA	0.3	Martius[b)]	7.0
Abdomen	3.0	Infant chest	0.2
Lumbar spine	4.0	Child chest	0.2
Lateral of lumbar spine	11.0	Infant hip joint	0.2

[a)]Lateral pelviography for pregnant women
[b)]Superior-interior pelviography for pregnant women

3. 국내 일반방사선촬영 검사의 의료방사선 피폭 실태조사 현황 분석

국내 일반방사선촬영 의료피폭 실태조사 연구는 질병관리본부를 중심으로 활발하게 수행되고 있다. 2017년 질병관리본부에서는 종별, 지역별로 선정된 103개의 의료기관에서 115대의 일반방사선촬영 장치로부터 성인 및 소아의 일반방사선촬영에 의한 의료피폭 실태조사가 수행되었다(질병관리본부 2017b). 성인의 경우 두부, 흉부, 복부 등 14가지 검사종류에 대한 입사면선량 측정이 수행되었다. 소아의 경우 연령을 신생아, 5세, 10세의 3개 그룹으로 분류하였으며, 신생아는 흉부 AP 및 복부 AP 검사, 5세와 10세는 두부, 흉부, 복부 등 7가지 검사에 대한 입사면선량 측정이 수행되었다.

Table 7에 2017년 기준 국내 성인 및 소아의 일반방사선촬영에 의한 의료피폭 실태조사 결과를 나타내었다(질병관리본부 2017b). 대표적으로 성인의 두부 AP, 두부 LAT, 흉부 PA, 흉부 LAT, 복부 AP, 골반 AP 검사의 입사면선량 분포는 각각 0.63~22.72, 0.46~24.29, 0.04~2.20, 0.11~5.81, 0.22~8.45, 0.29~8.50 mGy로 나타났으며, 평균 입사면선량은 각각 2.45, 2.30, 0.33, 1.06, 2.91, 2.87 mGy로 나타났다. 환자선량은 동일 검사에 대해서도 병원에 따라 수십 배 이상 큰 차이를 보였다. 즉 일부 환자의 경우 필요 없는 방사선에 노출되는 것이다. 병원마다 큰 차이를 보이는 피폭선량 분포는 의료검사에서 환자에게 필요 없는 높은 피폭선량을 감소시키는 것이 시

Table 6. EAK for general radiography examinations by countries in the UNSCEAR (2010)

Examinations	Mean EAK (mGy)					
	Japan	Australia	Czech Republic	Hungary	Spain	Switzerland
Chest PA	0.33	0.16	0.40	0.52	0.17	0.10
Chest LAT	0.44	0.73	1.20	0.91	0.49	0.20
Lumbar spine AP/PA	2.70	4.60	11.10	5.86	4.40	4.40
Lumbar spine LAT	15.89	13.10	15.00	12.40	10.80	17.00
Thoracic spine AP	2.37	3.10	7.00	4.14	3.10	3.00
Thoracic spine LAT	3.80	7.80	11.00	6.05	1.96	14.00
Cervical spine AP	0.45	0.71	6.90	1.48	1.50	1.60
Cervical spine LAT	3.10	0.55	7.20	1.45	1.40	1.80
Pelvis/Hip	3.16	–	9.90	4.78	7.00	10.00
Head	2.37	–	5.10	2.27	2.70	3.30
Abdomen	2.37	–	9.30	3.36	5.40	3.30
Limbs and joints	0.33	–	–	–	0.13	1.00

Table 7. ESD for general radiography examinations in Korea (2017)

Age	Examinations	Number of measurements		ESD (mGy)
		Hospital	Device	Mean (Range)
Newborn	Chest AP	55	55	0.11 (0.03~0.41)
	Abdomen AP	55	55	0.26 (0.04~1.34)
5 years	Head AP	103	106	0.99 (0.22~5.15)
	Head LAT	103	106	0.86 (0.22~6.13)
	Chest PA	103	108	0.13 (0.01~0.57)
	Chest LAT	103	107	0.26 (0.02~1.30)
	Chest AP	103	106	0.31 (0.03~2.88)
	Abdomen AP	103	110	0.68 (0.05~3.34)
	Pelvis AP	103	104	0.73 (0.06~3.33)
10 years	Head AP	103	106	1.26 (0.36~6.89)
	Head LAT	103	106	1.14 (0.26~8.47)
	Chest PA	103	107	0.18 (0.03~0.90)
	Chest LAT	103	106	0.40 (0.03~2.44)
	Chest AP	103	104	0.42 (0.04~2.34)
	Abdomen AP	103	110	1.06 (0.08~4.13)
	Pelvis AP	103	104	1.19 (0.14~5.38)
Adult	Head AP	103	112	2.45 (0.63~22.72)
	Head LAT	103	112	2.30 (0.46~24.29)
	Chest PA	103	114	0.33 (0.04~2.20)
	Chest LAT	103	114	1.06 (0.11~5.81)
	Chest AP	103	110	0.75 (0.09~4.43)
	Abdomen AP	103	115	2.91 (0.22~8.45)
	Pelvis AP	103	114	2.87 (0.29~8.50)
	Cervical spine AP	103	113	1.31 (0.23~5.98)
	Cervical spine LAT	103	113	0.61 (0.13~2.84)
	Thoracic spine AP	103	114	2.91 (0.27~7.36)
	Thoracic spine LAT	103	114	5.81 (0.71~17.21)
	Lumbar spine AP	103	114	4.12 (0.43~12.08)
	Lumbar spine LAT	103	115	8.44 (1.37~21.12)
	Lumbar spine OBL	103	110	4.85 (0.91~16.17)

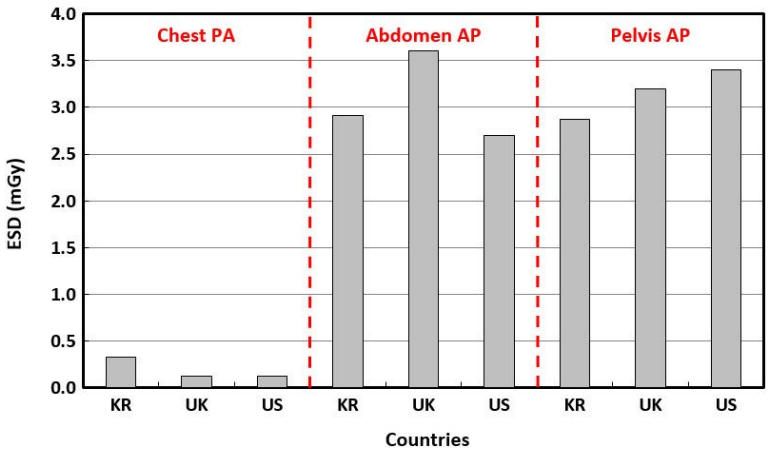

Fig. 4. Average ESD for general radiography examinations by countries.

급하다는 것을 시사한다.

신생아, 5세, 10세 그룹에 대한 복부 AP 검사의 입사면선량 분포는 0.04~1.34, 0.05~3.34, 0.08~4.13 mGy로 나타났으며, 평균 입사면선량은 각각 0.26, 0.68, 1.06 mGy로 나타났다. 동일한 검사종류일 경우 연령이 증가할수록 평균 입사면선량도 증가하는 것으로 나타났다.

Fig. 4에 국내·외 일반방사선촬영 시 검사종류별 평균 입사면선량을 비교하여 나타내었다. 전체적으로 흉부 PA 검사

는 복부 AP 및 골반 AP에 비해 입사면선량이 약 1/10 수준으로 상대적으로 매우 낮은 것으로 나타났다. 국내 일반방사선촬영 검사의 평균 입사면선량을 영국과 미국의 평균값과 비교하였을 때, 상대적으로 높은 환자선량을 초래하는 복부 AP, 골반 AP 검사는 각각 약 8%, 13%씩 낮게 나타났다. 상대적으로 낮은 환자선량을 초래하는 흉부 PA 검사는 우리나라의 경우 약 0.33 mGy로 나타났으며, 영국과 미국은 각각 0.12 mGy로 나타났다.

결 론

최근 국내의 의료방사선 사용량이 급증하고 있다. 이런 상황에서 우리나라 국민의 환자선량 관리 정도를 파악하기 위하여 국내·외 일반방사선촬영 검사에 의한 의료방사선 피폭 실태조사 현황을 조사하고, 이를 비교·분석하였다.

국내에서는 2017년에 일반방사선촬영 검사에 의한 의료피폭 실태조사 연구가 수행된 바 있다. 성인의 경우 두부, 흉부, 복부 등 14가지 검사에 대한 입사면선량 측정이 수행되었다. 대표적으로 성인의 두부 AP, 두부 LAT, 흉부 PA, 흉부 LAT, 복부 AP, 골반 AP 검사의 평균 입사면선량 및 선량 분포는 두부 AP, 두부 LAT, 흉부 PA, 흉부 LAT, 복부 AP, 골반 AP 검사에 대해 각각 2.45 (0.63~22.72), 2.30 (0.46~24.29), 0.33 (0.04~2.20), 1.06 (0.11~5.81), 2.91 (0.22~8.45), 2.87 (0.29~8.50) mGy로 나타났다. 환자선량은 동일 검사에 대해서도 병원에 따라 수십 배 이상 큰 차이를 보였다. 즉 일부 환자의 경우 필요 없는 방사선에 노출되는 것이다. 소아의 경우 연령을 신생아, 5세, 10세의 3개 그룹으로 분류하였으며, 신생아는 흉부 AP 및 복부 AP 검사, 5세와 10세는 두부, 흉부, 복부 등 7가지 검사에 대한 입사면선량 측정이 수행되었다. 신생아, 5세, 10세 그룹에 대한 복부 AP 검사의 평균 입사면선량 및 선량 분포는 0.26 (0.04~1.34), 0.68 (0.05~3.34), 1.06 (0.08~4.13) mGy로 나타났다. 동일한 검사종류일 경우 연령이 증가할수록 평균 입사면선량은 증가하는 것으로 나타났다. 국내 일반방사선촬영 검사의 평균 입사면선량을 영국과 미국의 평균값과 비교하였을 때, 상대적으로 높은 환자선량을 초래하는 복부 AP, 골반 AP 검사는 각각 약 8%, 13%씩 낮게 나타났다. 상대적으로 낮은 환자선량을 초래하는 흉부 PA 검사는 우리나라의 경우 약 0.33 mGy로 나타났으며, 영국과 미국은 각각 0.12 mGy로 나타났다.

병원마다 큰 차이를 보이는 피폭선량 분포는 의료검사에서 환자에게 필요 없는 높은 피폭선량을 감소시키는 것이 시급하다는 것을 시사한다. 의료방사선의 안전관리와 환자 보호를 위해 국가 규모의 실태조사가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 이는 궁극적으로 진단방사선 검사의 최적화 및 환자선량 저감화에 크게 기여할 수 있을 것이라 판단된다.

사 사

원자력안전위원회의 재원으로 한국원자력안전재단의 지원을 받아 수행한 원자력안전연구사업의 연구결과입니다(No. 1803013).

참 고 문 헌

질병관리본부. 2017a. 의료방사선 이용에 따른 국민방사선량 평가 연구.

질병관리본부. 2017b. 환자 촬영종류별 진단참고수준 마련-일반촬영: 두부, 흉부, 골반 등 12개 부위.

ACR-AAPM. 2013. ACR-AAPM Practice Guideline for Diagnostic Reference Levels and Achievable Doses in Medial X-ray Imaging. ACR-AAPM Resolution 47.

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). 2003. Bundesamt für Strahlenschutz Bekanntmachung der diagnostischen Referenzwerte für radiologische und nuklearmedizinische Untersuchunge. BfS. Berlin.

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). 2010. Bundesamt für Strahlenschutz: der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Rontgenuntersuchungen. BfS. Berlin.

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). 2016. Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenanwendungen. BfS. Berlin.

CRCPD. 2004. NEXT Report 1998 Pediatric Chest Survey. CRCPD Publication E-04-5.

CRCPD. 2005. NEXT Report Tabulation and Graphical Summary of 2001 Survey of Adult Chest Radiography. CRCPD Publication E-05-2.

CRCPD. 2006. NEXT Report 2002 Abdomen/Lumbosacral Spine Survey. CRCPD Publication E-06-2b.

HPA. 2007. Patient Exposure from Radiography & Fluoroscopy in UK - 2005 Review. HPA-RPD-029. London.

HPA. 2012. Doses to patients from radiographic and fluoroscopic x-ray imaging procedures in the UK - 2010 Review. HPA-CRCE-034. London.

IAEA. 1996. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. IAEA Safety Series No. 115. Vienna.

IAEA. 2007. Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice. IAEA Technical Report Series No. 457. Vienna.

ICRP. 1990. 1990 Recommendations of the international Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21(1-3).

ICRP. 1996. Radiological Protection and Safety in Medicine.

ICRP Publication 73. Ann. ICRP 26(2).
ICRP. 2002. Radiation and Your Patient: A Guide for Medical Practitioners. ICRP Supporting Guidance 2. Ann. ICRP 31(4).
ICRP. 2004. Managing Patient Dose in Digital Radiology. ICRP Publication 93. Ann. ICRP 34(1).
ICRP. 2017. Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1).
ICRU. 2005. Patient Dosimetry for X-Rays Used in Medical Imaging. ICRU Report 74.
J-RIME. 2015. Diagnostic Reference Levels Based on Latest Surveys in Japan.
NCRP. 2013. National Council on Radiation Protection and Measurements. Reference Levels and Achievable Doses in Medical and Dental Imaging: Recommendations for the United States. NCRP Report No. 172.
UNSCEAR. 2010. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations Publication Sales No. E. 10.XI.3. New York.

Received: 4 February 2019
Revised: 1 March 2019
Revision accepted: 17 March 2019