

Glass Dosimeter를 이용한 환자피폭선량에 관한 분석

김재인 · 최원근 · 장성원 · 오창섭 · 이관섭 · 하동윤

서울아산병원 영상의학팀

Analysis of Patient Exposure dose with Glass Dosimeter

Kim, Jae-In · Choi, Won-Keun · Chang, Sung-Won · Oh, Chang-Seop
· Lee, Kwan-Sup · HA, Dong-Yoon

Department of Radiology, Asan Medical Center

Abstract

For reducing medical radiation exposure and managing patient doses, Entrance surface doses(ESDs) were measured at Diagnostic Radiology Department in ASAN medical center, also we determined and compared with the Diagnostic Reference Level(DRL) of some other countries. ESDs were measured for the most common types of X-ray procedures, such as chest PA, lumbar spine AP, lumbar spine lateral, Pelvis AP, Skull PA. ESDs were measured by Glass dosimeter and Unfors Xi meter. Those were applied collimation center of phantom's entrance skin surface. The results of ESDs were compared Glass dosimeter with Unfors Xi meter. Those were measured within 5% statistical difference. It seemed well agreement at two devices. In most cases ESDs measured for the different types of X ray procedures were found to be lower than the DRL of IAEA, but ESDs on chest PA, lumbar spine AP, lumbar spine lateral, Pelvis AP, Skull PA were proximity or excesses at DRL of advanced country. Through this study, we need an investigation and improvement at present diagnostic radiology exam system. Also, radiologists make an effort to reduce patient dose and having a technical skill.

Key Words : Radiation exposures, Entrance surface dose, Diagnostic reference levels

I. 서론

의료영역에서 방사선의 이용은 1895년 W.C. Roentgen이 X선을 발견한 이후 100여 년 동안 의학에 이용되어 환자의 진단과 치료에 크게 기여해오고 있다. 특히 과학의 진보에 따른 X선 시설이나 장치는 상당히 빠른

속도로 발전하고 있으며, 그 사용도 또한 증가하고 있는 실정에 있다. 선진각국에서도 진단 방사선 검사를 실시하는 횟수가 연간 1인당 1회에 접근 하는 것으로 보고되고 있으며 국내에서도 국민의 삶의 질 향상과 더불어 건강 증진에 대한 관심이 높아지면서 건강검진 등 X선 검사의 횟수가 증가 추세에 있어 환자가 받는 방사선량 평가와 아울러 피폭선량 감소를 위한 저감화 개선 대책이 필요한 실정이다.¹⁾

국제방사선방어위원회(International Commission on Radiological Protection : ICRP)에서는 1996년 ICRP publication 60²⁾에서 권고한 방사선방어 체계를 의료분야에서 어떻게 적용할 것인가를 명확히 하고자 의료에서 방사

이 논문은 2008년 12월 18일 접수하여 2009년 3월 9일 채택되었음.

교신저자: 김재인, (138-736) 서울특별시 송파구 아산병원길 86
서울아산병원 영상의학팀

Tel: 02-3010-4314 Fax: 02-4010-6416

E-mail: mozam@daum.net

선방어와 안전에 관한 보고서인 ICRP 73³⁾을 발간하여 각 국에서 환자에 대한 진단참고준위(Diagnostic Reference Level : 이하 DRL)로 사용할 것을 권고한 바 있으며, 또한 의료피폭을 감소시키기 위해 진단방사선검사에서 지침이 되는 DRL을 마련하여 세계보건기구 및 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency : IAEA) 등 6개 기관이 1996년에 Basic Safety Standards(BSS) No.115에서 권고한 바 있다.⁴⁾

우리나라에서는 국내의 실정에 맞게 진단방사선 분야에서의 DRL을 설정하기 위하여 의료기관에서의 진단방사선검사에 따른 영상정보의 자료 분석 및 환자선량평가 관련 연구를 수행하고 있다.⁵⁾

이에 본 연구는 유리선량계를 사용하여 본원에서 시행하는 진단 방사선 검사에 대해 입사표면선량(Entrance Surface Dose : ESD)을 측정하여 환자가 받는 피폭선량의 측정 및 평가를 국제원자력기구(IAEA)의 BSS와 선진 각 국의 DRL을 통해 비교한 결과를 보고하며, 의료피폭을 저감화할 수 있는 방법을 모색해 환자선량관리를 수행하고자 한다.

II. 실험장비 및 방법

1. 실험장비

- Equipment : GE Definium 8000
- Dosimeter : 1) Glass dosimeter(DOSE ACE) FGD-1000 ASAHI TECHNO GLASS Element GD 352M(12mm) Dose range 0.01mGy~10Gy
2) Unfors Xi multifunction meter
- Phantom : Rando Phantom Art 200X

2. 실험방법

본원에서 시행하고 있는 진단 방사선 검사 중 Chest PA, Lat, L-spine AP, Lat, Pelvis AP, Skull PA를 표본의 대상으로 선택하고 환자피폭선량을 표현하는 보편적인 방법인 ESD를 측정하였다.

촬영 조건은 본원에서 임상적으로 사용하고 있는 protocol을 이용하였다. stand bucky나 table bucky위에 인체 phantom을 설치하고 조사야 중심에 유리선량계 소자 5개를 각 검사부위의 입사피폭면에 붙이고 촬영 후 측정판독하였다. 이때 유리선량계를 통한 실험 측정값의 신뢰성 검증을 위해 Unfors Xi meter를 유량선량계 소자와 겹치지 않게 phantom에 부착하고 각 부위별 촬영거리에서 공기 중 조사선량을 측정한 후 아래 공식을 이용한 ESD의 계산값과 유리선량계의 측정값을 비교하였다.

$$D = X_{air} \times f \times BSF$$

D : 입사표면선량(mGy)

X_{air} : 부위별 촬영 거리에서 공기 중 조사선량(C/kg)

f : 흡수선량변환계수(C/kg-Gy conversion factor)

BSF : 후방산란계수(Back Scatter Factor)

또한 동일 검사 환경에서 관전압, 필터, AEC의 감도를 매개변수로 선택하여 본원 진단방사선 검사에서의 ESD를 선진 각 국의 DRL과 비교하였다.

III. 결 과

1. 유리선량계와 Unfors Xi meter의 ESD 비교

Unfors Xi meter에 의해 측정된 조사선량을 이용해 계산된 선량과 실제 유리선량계를 이용하여 측정된 선량을 비교하였다. 이는 실험측정값의 신뢰성 검증을 위해 두 가지 값을 비교해 보고자 시행하였으며 계산 값과 측정값이 5% 이내의 차이를 보여 잘 일치하는 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. The result of entrance surface dose from glass dosimeter and Unfors Xi meter(mGy)

Position	kVp	mAs	AEC Speed	AMC	Unfors Xi
Chest PA	120	4.3	200	0.2804	0.281
Chest Lat	120	18.85		1.512	1.481
L-spine AP	80	33.32	125	4.6256	4.857
L-Spine Lat	90	35.06		7.8902	8.376
Pelvis AP	80	21.66		3.1114	3.186
Skull PA	80	17.93		2.0046	2.12

2. 본원 진단방사선 검사에서의 ESD와 각 국의 DRL의 비교

1) Chest PA, Lat

Chest PA의 경우 본원에서 현재 사용하고 있는 protocol에 따른 ESD는 IAEA와 JART(JAP)의 DRL보다

는 낮게 나왔지만 CDRH(US)와 NRPB(UK)의 DRL보다는 높은 것을 알 수 있었다. Chest Lat의 경우에는 비교적 높은 선량을 제시한 IAEA를 포함하여 각 국의 DRL보다 모두 높게 나타나 재검토의 필요성이 부각되었다(Table 2).

Table 2. Comparisons of diagnostic reference level in chest image(mGy)

CHEST PA						
Modality		AMC	IAEA (1996)	CDRH(US) (2001)	NRPB(UK) (2000)	JART(JAP) (2007)
kVp 120	100	0.502	0.4	0.13	0.2	0.3
	125	0.407				
	160	0.3174				
	200	0.2804				
	250	0.2184				
	320	0.1744				
AEC speed 200	0.1mmCu	0.2012	0.4	0.13	0.2	0.3
	0.2mmCu	0.186				
	0.3mmCu	0.1784				
	kVp 100	0.297				
	kVp 110	0.2828				

CHEST LAT						
Modality		AMC	IAEA (1996)	CDRH(US) (2001)	NRPB(UK) (2000)	JART(JAP) (2007)
kVp 120	100	2.9978	1.5	-	1.0	0.8
	125	2.3114				
	160	1.7852				
	200	1.512				
	250	1.1786				
	320	0.9266				
AEC speed 200	0.1mmCu	1.1822	1.5	-	1.0	0.8
	0.2mmCu	1.038				
	0.3mmCu	0.9188				
	kVp 100	1.6606				
	kVp 110	1.4858				

2) L-spine AP, Lat

L-spine AP의 경우 CDRH(US)의 권고치를 제외하고는 모두 각 국의 DRL보다는 낮은 선량을 보였다. L-spine Lat의 경우 본원에서 현재 사용하고 있는 protocol에 대한 ESD는 각 국의 DRL에 약 50% 정도를 보였다(Table 3).

3) Pelvis AP, Skull PA

Pelvis AP의 경우 JART(JAP)를 제외하고 모두 각 국의 DRL보다 낮은 ESD를 보였다. 관전압, AEC Speed,

구리필터의 부가조건을 변경해 가면서 측정된 ESD의 값은 모든 실험 결과 Table 2, 3, 4에서 관전압이 높을수록, AEC Speed가 높을수록 구리필터가 두꺼워질수록 ESD가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. AEC Speed가 2배 높아지는 경우 평균 40%의 감소 효과를 볼 수 있었고, 0.3mmCu를 사용하는 경우에는 평균 45%의 선량 감소를 확인할 수 있었다. 특히 Chest lat의 경우 구리필터를 사용하는 경우 NRPB(UK), JART(JAP)의 DRL에 근접하는 것을 확인할 수 있었다(Table 4).

Table 3. Comparisons of diagnostic reference level in L-spine image(mGy)

L-SPINE AP						
Modality		AMC	IAEA (1996)	CDRH(US) (2002)	NRPB(UK) (2000)	JART(JAP) (2007)
kVp 80	100	5.5266	10	3.2	6	5
	125	4.6256				
	160	3.587				
	200	2.8342				
AEC speed 125	0.1mmCu	3.0738	10	3.2	6	5
	0.2mmCu	2.5986				
	0.3mmCu	2.2718				
	kVp 70	7.667				
	kVp 90	3.3				
L-SPINE LAT						
Modality		AMC	IAEA (1996)	CDRH(US) (2002)	NRPB(UK) (2000)	JART(JAP) (2007)
kVp 90	100	9.721	30	-	14	15
	125	7.8902				
	160	6.1968				
	200	4.957				
AEC speed 125	0.1mmCu	5.8734	30	-	14	15
	0.2mmCu	5.154				
	0.3mmCu	4.4654				
	kVp 80	10.1478				
	kVp 100	6.272				

Table 4. Comparisons of diagnostic reference level in pelvis and skull image(mGy)

PELVIS AP						
Modality		AMC	IAEA (1996)	CDRH(US) (2001)	NRPB(UK) (2000)	JART(JAP) (2007)
kVp 80	100	3.6538	10	-	4	3
	125	3.1114				
	160	2.3034				
	200	1.8458				
AEC speed 125	0.1mmCu	1.969				
	0.2mmCu	1.7546				
	0.3mmCu	1.5076				
	kVp 70	4.2894				
	kVp 90	2.2274				
SKULL PA						
Modality		AMC	IAEA (1996)	CDRH(US) (2002)	NRPB(UK) (2000)	JART(JAP) (2007)
kVp 80	100	2.5364	5	-	3	3
	125	2.0046				
	160	1.6504				
	200	1.3232				
AEC speed 125	0.1mmCu	1.5334				
	0.2mmCu	1.2094				
	0.3mmCu	1.098				
	kVp 80	2.515				
	kVp 100	1.6678				

IV. 결론 및 고찰

본 실험을 통해 본원의 진단방사선 검사로 인한 환자의 피폭선량을 측정하기 위해 ESD를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 6개 항목으로 분류된 방사선 검사에서의 ESD는 비교적 높은 선량을 제시한 IAEA의 BSS보다는 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다. 하지만 다른 국가의 DRL에는 근접하거나 초과하는 검사도 일부 있어 일상적인 촬영 protocol에서 있어서 개선의 여지가 남아 있음을 시사하는 부분이었다. 하지만 흉부 검사에서는 체격이나 연령 등 환자의 개인차에 따라 ESD

가 달라진다는 것을 고려해야 하며, 요추나 골반부의 검사 시 방사선에 대해 감수성이 높은 장기들이 많이 포함되기 때문에 DRL보다 선량이 낮게 측정되더라도 지속적인 저감화 노력이 부가되어야 한다고 사료되며, 이것은 관전압, AEC의 감도, 필터의 조합을 통해 조절할 수 있었다. 특히 부가필터의 사용은 ESD를 최대 45% 정도 줄이는데 효과를 볼 수 있기 때문에 여러 측면에서 사용을 검토해 볼 필요가 있다고 사료된다.

ICRP publication 60²⁾에 근거한 의료피폭에 대한 방사선 방어의 기본은 “행위의 정당화”, “방어의 최적화”, “개인의 선량한도”로 이루어진다. 그러나 의료피폭에 있

어서는 방사선 피폭에 따른 손실보다 환자가 얻는 이득이 크기 때문에 방사선 방어의 기본사항 중 선량한도는 적용되지 않는다. 이에 ICRP 등 국제기구에서는 진단용 방사선분야에서의 환자가 받는 피폭선량 저감화를 위해 진단참고준위(DRL)에 대한 권고안을 마련하여 각국이 실정에 맞게 권고하고 있다. 미국, 영국, 일본의 경우에는 정부 주도의 환자선량평가를 위해 전국적이고 지속적인 조사가 이루어지며 환자선량에 대한 데이터베이스가 구축되고 있는 실정이다. 국내에서도 식품의약품안전청(KFDA)에서 환자선량 평가를 2006년에 확립하여 환자선량 평가 관련 연구 사업을 수행하고 있으며 국내 실정에 맞는 진단참고준위(DRL)를 설정하기 위한 의료 피폭 저감화 및 환자선량대책을 마련해야 한다.¹⁾

더불어 진단방사선 검사 시 환자가 받는 피폭은 최대한 적어야 하겠지만 진단의 목적을 달성하면서 영상의 질에 비례하여 촬영조건은 증가하기 때문에 진단적인 가치와 피폭에 의한 장해 등의 판단에 따라 촬영조건이 결정되어야 하며 장치의 사용자는 기술적인 요인의 효율적인 사용을 통해 피폭선량의 경감을 위한 노력도 필요하다. 그 일환으로 진단용 방사선발생장치의 성능관리 및 영상의 품질관리가 선행되고 방사선 종사자의 교육 등을 통해 종사자가 자신뿐만 아니라 환자 방어에 최적화를 유지하면서 불필요한 의료피폭을 절감할 수 있는 방안에 적극 노력한다면 선진국과 같은 수준으로 환자 피폭선량을 줄일 수 있다고 사료된다.

참고문헌

1. 식품의약품안전청, 환자선량 측정 가이드라인, 2007.
2. ICRP publication 60, Recommendation of the international commission on radiation protection, Publication 60, 1991.
3. ICRP publication 73, Radiological Protection and Safety in Medicine, 1997.
4. IAEA Safety Series No. 115, International Basic Safety Standards for protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (1996)series, No. 115, 1996.
5. 김유현·김성수 등, 진단방사선검사에서 환자피폭선량에 관한 연구, 방사선기술과학 Vol. 28, No. 3, 2005.
6. 식품의약품안전청, 진단용 방사선분야에서의 환자피폭선량 평가를 위한 기관방문, 2005.
7. 의료피폭의 가이드라인, 사단법인 일본방사선기사회 의료피폭가이드라인 위원회(2000).
8. Nationwide Evaluation of X-ray Trends(NEXT), <http://www.fda.gov/cdrh/radhlth/next.html>.
9. Doses to Patients from Medical X-ray Examinations in the UK-2000 Review, NRPB(2002).
10. 방사선검사 및 핵의학 검사에 적용되는 진단참고준위 공시-독일 연방방사선방어청(2003).
11. 한동균, 진단용 방사선 선량관리 기초, 대한 방사선사 협회 전문연수회, 2008.
12. 이광용, 진단방사선 분야에서의 진단참고준위 확립, 진단방사선 분야에서의 진단참고준위 확립을 위한 워크숍, 식품의약품안전청, 2008.
13. Hironori Sakai · Hidetarou Yoshimura, Glass dosimeter를 이용한 CR system X선 단순촬영 시의 환자피폭선량측정, 2003.
14. 이재기, 디지털 방사선의학에서 환자선량 관리, 국제방사선방호위원회 간행물, 2006.
15. 김유현·신귀순·권영호, 진단 방사선영역에서의 선량 계측, Journal of Health Science & Medical Technology, Vol. 31, No. 1, 2005.