ISSN : 1976-0620

http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2014.8.2.81 "J. Korean. Soc. Radiol., Vol. 8, No. 2, February 2014"

Assessment of Radiation Dose Due to X-Ray Simple Series Examinations

Eunbo Gang*, Incheol Hwang**, Woonjae Shin*

*Department of Radiological Science, Dong-Eui Institute of Technology**,*
*Department of Public Health and Environment, Kosin University***

X-선 단순 Series 촬영 시 피폭 선량 평가

강은보*, 황인철**, 신운재*

동의과학대학교 방사선과*, 고신대학교 보건환경학부**

Abstract

In diagnostic radiology, each part is examined through serial radiography in most cases of general radiography. However, the reality is that, as for diagnostic reference level, measured values have been set up only for AP projection of each part and lateral projection. In the clinical setting, cumulative dose is incurred by serial radiography of patients, and this can make comparison of diagnostic reference level and cumulative exposure dose impossible or can lead to underestimation of diagnostic reference level. In this study, measurement of cumulative dose of serial radiography of each part revealed that when converting entrance surface dose to effective dose in case it is included in the exposure field, cumulative dose measured from a maximum of 38.06% to a minimum of 0.23% of individual dose limitation of the public. Also, when converting entrance surface dose of each part that is not included in the exposure field into effective dose, it measured from a maximum of 5% to a minimum of 0.04% of individual dose limitation of the public. Results of this study show entrance surface dose substantially increases in serial radiography of each part. Therefore, it is deemed that hospitals need to establish diagnostic reference level specifically, and subdivision of radiography orders for patients is also required in order to reduce unnecessary inspections. Moreover, the need of accurate exposure field is emphasized in case of inspection of several parts.

Key Words: Individual dose limitation, Entrance surface dose, Diagnostic reference level

요 약

진단영상의학에서 일반영상촬영의 경우 각각의 부위를 연속(series)촬영으로 검사하는 경우가 대부분이다. 그러나 환자선량권고량(DRL)의 경우 각 부위의 전후(AP)방향과 측면(lateral)자세의 촬영 측정값만이 설정되어있는 것이 현실이다. 병원에서는 환자의 연속 촬영에 의해 누적 선량이 발생되며, 이는 환자선량권고량(DRL)과 누적된 피폭선량을 비교할 수 없거나, 과소평가할 수 있다. 본 연구에서 각 부위별 연속촬영의 누적선량을 측정한 결과, 조사야에 포함된 경우 입사표면선량(ESD)을 유효선량으로 변환하면 공중의 선량한도(Individual dose)의 최대 38.06%에서 최소 0.23%까지 측정되었다. 그리고 조사야에 포함되지 않은 각 부위의 입사표면선량(ESD)을 유효선량(Effective dose)으

Corresponding Author: Eun Bo Gang E-mail: kebwind@dit.ac.kr Tel: +82-(0)51-860-3534
Add. Department of Radiological Science, Dong-eui Institute of Technology, 54, Yangji-ro, Busanjin-gu, Busan, Korea
Received : December 11, 2013 Revised : February 20, 2013 Accepted : February 25, 2014

로 변환한 경우 공중의 선량한도(Individual dose)의 최대 5%에서 최소 0.04%까지 측정되었다. 연구결과 각 부위별 연속촬영에서 입사표면선량(ESD)이 많이 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서 병원에서는 환자선량권고량(DRL)을 구체적으로 설정할 필요가 있으며, 불필요한 검사를 줄이기 위해 환자 촬영 order의 세분화가 필요하다고 판단된다. 또한, 여러 부위의 검사에서는 정확한 조사야의 필요성이 강조된다.

중심단어: 선량한도, 입사표면선량, 환자선량권고량.

Ⅰ. 서 론

현재 방사선에 의한 진단이나 치료 등, 의료의 목적으로 환자가 받는 피폭인 의료피폭은 영상진단, 방사선치료 장치 등의 개발로 인해 더욱 증대될 것으로 전망된다. 세계 인구의 연평균 피폭 방사선량은 총 3.0 mSv/yr 정도로, 이중 의료용 방사선으로 인한 피폭은 약 0.6(0.4-1.0) mSv/yr이며, 자연방사선 선량 2.4 mSv/yr을 제외한 인공방사선 피폭의 대부분을 차지하고 있다[1][12]. 의료 피폭으로 피폭 방사선량이 계속 증대되고 있어, 방사선 피폭을 줄이기 위해 많은 노력이 필요하다.

방사선 방어는 ICRP publication 60에 근거한 행위의 정당화(justification), 방어의 최적화(optimization), 그리고 개인의 선량한도(individual dose limitation)에 따른다. 그러나 의료피폭에 대한 방사선 방어는 정당화와 최적화에 의한 방사선 방어체계에 의해 방어의 목표가 달성될 수 있으므로, 개인의 선량에 대한 한도는 적용되지 않는다. 선량한도의 제외는 환자의 자신에 직접적인 이익이 얻어지며, 환자 선량을 일률적으로 적용한다는 것이 현실적으로 불가능하며, 상한치를 설정하면 환자에 필요한 의료행위를 제한하기 때문이다. 국제적으로 의료피폭에 대한 선량 한도를 정하지 않고 있더라도 의료피폭의 감소를 위해 세계보건기구(WHO), 국제노동기구(ILO), OECD/NEA, 국제식량농업기구(FAO), PAHO(Pan American Health Organization), 그리고 국제원자력기구(IAEA)가 공동으로 진단엑스선 검사 시 환자가 받는 선량의 Guidance level을 마련하였는데, 1996년에 권고한 Basic Safety Standards(BSS) NO. 115가 있다[1]-[4].

현재 많은 자료들이 거의 대부분 임상에서 사용하는 각 촬영부위의 series에 해당하는 총 선량이 아닌 각 촬영 position, 즉 전후(AP)방향촬영과 측면(lateral)촬영에 의한 입사표면선량(ESD, entrance surface dose)으로 측정된 데이터를 기록하고 있기 때문에, 총 선량에 대해서는 쉽게 인지하기 어려운 것이 현실이다.[5] 또한 이로 인한 각 부위의 series별 촬영에 의한, 피폭선량과 산란선에 의한 누적피폭선량에 대한 데이터도 부족한 것이 현실이다.

본 실험은 열형광 선량계 TLD-100과 인체모형팬텀을 이용하여, 임상에서 주로 많이 촬영하는 영상 촬영부위를 연속(series)으로 촬영하여 주요부위의 누적된 입사표면선량과, 산란선에 의한 인접장기의 누적된 입사표면선량을 측정하고자 한다.

Ⅱ. 대상 및 방법

1. 측정 장비

X-선 고전압장치는 리스템사의 REX-650R을 사용하였고, X-선관은 LTN-50이며, 조사야 조절기구는 BLD-150RK을 사용하였다. X-선 고전압장치는 고유여과 2.4 mmAl, 부가여과 1.0mmAl로 총 여과 3.4mmAl이며, 조사야 조절기구는 Inherent filtration 1.5mmAl이다.

방사선 조사 시 kVp및 흡수선량의 측정은 Multi Function meter(FLUKE, TNT 12000, USA)을 사용하였으며, 인체 모형팬텀은 Whole body phantom PBU-50을 사용하였고, TLD Reader System은 HARSHAW TLD-3500을 사용하였다.[Fig. 1]

열형광물질은 TLD-100 3.175×3.175×0.889 mm을 사용하여 측정하였다. TLD의 열형광체물질 중의 하나인 LiF를 모체로 한 열형광체는 생체등가 물질이며, 화학적으로 안정하고 다른 생체등가 물질에 비해 잠상퇴행이 매우 적다. ^{6}Li의 함양비가 천연 Li와 같이 7.5%인 것을 TLD-100이라 부른다. 특히 LiF: Mg, Ti(TLD-100)는 방사선에 대한 감도는 비교적 낮지만, 조직등가이고 잠상퇴행이 매우 적어 표준 TLD로 가

ISSN : 1976-0620

장 오랜 기간 사용되고 있는 것이다[6],[7].

(a) HARSHAW TLD-3500

(b) Whole body phantom PBU-50

(c) Multi Function TNT 12000

Fig. 1. Measurement system.

2. 촬영 조건별 관전압 측정 및 선량 측정

Multi Function meter를 사용하여, 임상에서 가장 많이 촬영되는 부위별로 각각의 조건을 설정하고, 설정된 관전압과 측정되는 관전압의 백분율 평균오차를 평가하였으며[Table 1], 각각의 조사 조건에 따른 선량의 차이를 측정하여 비교하였다[Table 2].

촬영 조건은 skull은 AP, lateral, towne's법, C-spine은 AP, oblique, lateral법, chest는 PA, lateral법, abdomen erect, supine법, L-spine은 AP, oblique, lateral법, pelvis는 AP, oblique법으로 각각의 조건을 3회 촬영하여 관전압 평균으로 계산하였으며, 흡수선량을 각각 3회 측정하여 평균과 표준편차를 계산하였다. FFD는 100cm을 기준으로 하였으며, C-spine lateral, chest PA, both lateral은 180cm으로 측정하였다.

Table 1. Percent average error of kVp

Test part		kVp	Average kVp	PAE(%)	mAs
skull	AP	70	68.6	2	10.2
	lat	68	66.8	1.8	10.2
	towne's	75	74.5	0.7	16
C-spine	AP	70	68.2	2.6	10.2
	obl	76	74.1	2.5	10.2
	lat	85	84.5	0.6	10.2
chest	PA	120	115.4	3.8	2
	lat	120	120.4	-0.3	5
Abdomen E&S	erect	72	71.4	0.8	16
	supine	70	68.8	1.7	16
L-spine	AP	75	74.3	0.9	16
	obl	80	78.6	1.8	20.5
	lat	85	85	0	20.5
pelvis	AP	70	69.2	1.1	16
	obl	75	72.5	3.3	16

Table 1.에서 진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙의 평균 오차는 ±10%이어야 하므로, 관전압의 백분율 평균오차를 구하여 평가하였다. 결과에서 평균 오차는 ±10% 이내로 양호하게 나타났다. 관전압의 백분율 평균오차의 계산은 (((관전압의 지시치 - 측정치의 산술평균치)×100%)÷측정치의 산술평균치)로 하였다.

Table 2. Inspection site-specific absorbed dose of each

Test part		Measured dose(mGy) -Thrice			Mean (mGy)	S.D
skull	AP	0.586	0.588	0.587	0.587	0.001
	lat	0.549	0.550	0.552	0.550	0.002
	towne's	1.113	1.111	1.116	1.113	0.003
C-spine	AP	0.579	0.585	0.587	0.584	0.004
	obl	0.684	0.679	0.679	0.681	0.003
	lat	0.254	0.253	0.251	0.253	0.002
chest	PA	0.072	0.074	0.071	0.072	0.002
	lat	0.230	0.230	0.234	0.131	0.002
Abdomen E&S	erect	1.003	1.005	1.009	1.005	0.003
	supine	0.964	0.962	0.964	0.963	0.001
L-spine	AP	1.104	1.099	1.099	1.101	0.003
	obl	1.616	1.619	1.608	1.614	0.006
	lat	1.768	1.765	1.755	1.763	0.007
pelvis	AP	0.962	0.959	0.957	1.959	0.003
	obl	1.109	1.026	1.024	1.053	0.049

Table 2에서 임상에서 사용하는 촬영 조건, Table 1의 조건으로 FFD 100cm로 Multi Function TNT 12000을 이용하여, 각각의 흡수선량을 3회 측정하여 평균과 표준편차를 계산하였다. 각 촬영에서 선량을 측정한 이유는 자료의 대부분이 임상에서 사용하는 검사 부위별 누적 선량이 아닌 각각의 선량에 대한 측정 기록이 대부분이기 때문이다. 한 번의 조사 조건으로 측정되어진 선량과, 실험에서 검사 부위의 series검사에서 측정한 누적선량 및 인접한 장기의 산란선에 대한 누적선량을 측정함으로서, 임상에서 많이 이용되는 검사의 선량을 보다 쉽게 비교하기 위함이다.

3. 조사야 내의 입사표면 선량과 주위 장기의 선량 측정.

조사야 내의 입사표면 선량과 조사야 밖에서의 산란선에 의한 주위 장기의 선량을 측정하고자, Whole body phantom PBU-50을 이용하여 eyeball (Rt, Lt), thyroid, breast (Rt, Lt), xiphoid 그리고 gonad의 7곳에 TLD를 부착하였다.

촬영조건은 Table 1.의 관전압과 관전류를 사용하였으며, 측정은 각각의 연속촬영을 skull은 AP, both lateral, towne's법, C-spine은 AP, both oblique, lateral법, chest는 PA, both lateral법, abdomen은 erect, supine법, L-spine은 AP, both oblique, lateral법, pelvis는 AP, both oblique의 방법으로 임상에서 많이 검사하는 연속(series)촬영으로 검사하여 누적 선량을 측정하였다.

측정의 재현성을 위해 같은 조건으로 3회를 측정하여 평균과 표준편차를 구하였다. FFD는 100cm을 기준으로 하였으며, 임상에서와 같은 조건으로 선량을 측정하고자 C-spine lateral, chest PA, both lateral은 180cm로 측정하였다. Field size는 skull series는 24×32cm, C-spine series는 18×24cm, chest series는 35×43cm, abdomen E&S는 36×43cm, L-spine series는 AP는 34×43cm, both oblique는 30×35cm, lateral은 35×43cm으로 설정하였고, pelvis series는43×35cm로 설정해서 측정하였다. 측정의 정확도를 위해 측정하기 전에 열형광물질인 LiF: Mg, Ti 1/8"×1/8"×0.035" TLD-100을 300°C로 2시간을 가열하여 annealing을 하여 사용하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 각 촬영 부위별 ESD와 DRL의 비교

Table 3에서 각 부위별 ESD을 식품의약품안전청의 삼사분위값인 DRL과 비교해보았다. skull AP, lateral, C-spine AP, lateral, chest PA, lateral, abdomen erect, L-spine AP, oblique, lateral, pelvis AP에서 DRL이 ESB보다 각각 1.643, 1.32, 1.276, 0.797, 0.268, 2.669, 1.765, 2.979, 4.746, 8.767, 1.461 mGy 높게 측정되었다.

Table 3. Compared with DRL

Test part		DRL(mGy)	Measured dose (mGy)
skull	AP	2.23	0.587
	lat	1.87	0.550
	towne's		1.113
C-spine	AP	1.86	0.584
	obl		0.681
	lat	1.03	0.253
chest	PA	0.34	0.072
	lat	2.80	0.131
Abdomen E&S	erect	2.77	1.005
	supine		0.963
L-spine	AP	4.08	1.101
	obl	6.35	1.614
	lat	10.53	1.763
pelvis	AP	3.42	1.959
	obl		1.053

2. 부위별 단순 series영상에서 ESD측정

위 실험과 같은 조건으로 Whole body phantom PBU-50을 이용하여 series영상을 촬영해서 eyeball (Rt, Lt), thyroid, breast (Rt, Lt), xiphoid 그리고 gonad의 7곳의 TLD에서 부위별로 다음과 같은 누적된 선량값을 얻었다.

ISSN : 1976-0620

Table 4. Entrance surface dose measurement of the right eyeball

Test part	ESD(mGy)			Mean (mGy)	S.D
	eyeball(Rt)-Thrice				
skull series	2.965	2.294	3.373	2.877	0.545
C-spine series	0.053	0.059	0.088	0.067	0.019
chest series	0.040	0.049	0.030	0.040	0.010
Abdomen E&S	0.044	0.051	0.040	0.045	0.006
L-spine series	0.052	0.042	0.046	0.047	0.005
pelvis series	0.047	0.031	0.044	0.041	0.009

Table 4.에서 skull series 검사에서 조사야 24×32cm에 포함된 Rt eyeball의 ESD가 2.877mGy로 나타났으며, 조사야에 포함되지 않는 검사의 경우 Rt eyeball의 ESD는 C-spine series, chest series, abdomen E&S, L-spine series, pelvis series에서 각각 0.067, 0.040, 0.045, 0.047, 0.041mGy로 측정되었다.

Table 5. Entrance surface dose measurement of the left eyeball

Test part	ESD(mGy)			Mean (mGy)	S.D
	eyeball(Lt)-Thrice				
skull series	2.878	3.303	3.343	3.175	0.258
C-spine series	0.063	0.060	0.065	0.063	0.003
chest series	0.092	0.044	0.025	0.054	0.035
Abdomen E&S	0.035	0.068	0.039	0.047	0.018
L-spine series	0.048	0.045	0.042	0.045	0.003
pelvis series	0.040	0.030	0.053	0.041	0.012

Table 5.에서 skull series 검사에서 조사야 24×32cm에 포함된 Lt eyeball의 ESD가 3.175mGy로 나타났으며, 조사야에 포함되지 않는 검사의 경우 Lt eyeball의 ESD는 C-spine series, chest series, abdomen E&S, L-spine series, pelvis series에서 각각 0.063, 0.054, 0.047, 0.045, 0.041mGy로 측정되었다.

Table 6. Entrance surface dose measurement of the thyroid

Test part	ESD(mGy)			Mean (mGy)	S.D
	thyroid-Thrice				
skull series	0.207	0.183	0.163	0.184	0.022
C-spine series	2.237	1.642	3.117	2.332	0.742
chest series	0.123	0.266	0.419	0.269	0.148
Abdomen E&S	0.045	0.076	0.042	0.054	0.019
L-spine series	0.068	0.044	0.060	0.057	0.013
pelvis series	0.049	0.032	0.055	0.045	0.012

Table 6.에서 C-spine series검사에서 조사야 18×24cm에 포함된 thyroid의 ESD가 2.332mGy로 나타났으며, 조사야에 포함되지 않는 검사의 경우 thyroid의 ESD는 skull series , chest series, abdomen E&S, L-spine series, pelvis series에서 각각 0.184, 0.269, 0.054, 0.057, 0.045mGy로 측정되었다.

Table 7. Entrance surface dose measurement of the right breast

Test part	ESD(mGy)			Mean (mGy)	S.D
	breast(Rt)-Thrice				
skull series	0.072	0.067	0.047	0.062	0.013
C-spine series	0.049	0.051	0.052	0.051	0.002
chest series	0.424	0.292	0.390	0.369	0.069
Abdomen E&S	0.105	0.107	0.114	0.109	0.005
L-spine series	0.128	0.117	0.140	0.128	0.012
pelvis series	0.047	0.035	0.064	0.049	0.015

Table 7.에서 chest series검사에서 조사야 35×43cm에 포함된 Rt breast의 ESD가 0.369mGy로 나타났으며, 조사야에 포함되지 않는 검사의 경우 Rt breast의 ESD는 skull series, C-spine series, abdomen E&S, L-spine series, pelvis series에서 각각 0.062, 0.051, 0.109, 0.128, 0.049mGy로 측정되었다.

Table 8. Entrance surface dose measurement of the left breast

Test part	ESD(mGy) breast(Lt)-Thrice			Mean (mGy)	S.D
skull series	0.073	0.040	0.041	0.051	0.019
C-spine series	0.063	0.052	0.043	0.053	0.010
chest series	0.429	0.307	0.421	0.386	0.068
Abdomen E&S	0.110	0.147	0.110	0.122	0.021
L-spine series	0.165	0.168	0.174	0.169	0.005
pelvis series	0.043	0.034	0.093	0.057	0.032

Table 8.에서 chest series검사에서 조사야 35×43cm에 포함된 Lt breast의 ESD가 0.386mGy로 나타났으며, 조사야에 포함되지 않는 검사의 경우 Lt breast의 ESD는 skull series, C-spine series, abdomen E&S, L-spine series, pelvis series에서 각각 0.051, 0.053, 0.122, 0.169, 0.057mGy로 측정되었다.

Table 9. Entrance surface dose measurement of the xiphoid

Test part	ESD(mGy) xiphoid-Thrice			Mean (mGy)	S.D
skull series	0.047	0.043	0.041	0.044	0.003
C-spine series	0.080	0.127	0.088	0.098	0.025
chest series	0.268	0.200	0.217	0.228	0.035
Abdomen E&S	0.177	0.245	0.172	0.198	0.041
L-spine series	0.146	0.193	0.196	0.178	0.028
pelvis series	0.050	0.042	0.135	0.076	0.052

Table 9.에서 chest series검사에서 조사야 35×43cm에 포함된 xiphoid의 ESD가 0.228mGy로 나타났으며, 조사야에 포함되지 않는 검사의 경우 xiphoid의 ESD는 skull series , c-spine series, abdomen E&S, L-spine series, pelvis series에서 각각 0.044, 0.098, 0.198, 0.178, 0.076mGy로 측정되었다.

Table 10. Entrance surface dose measurement of the gonad

Test part	ESD(mGy) gonad-Thrice			Mean (mGy)	S.D
skull series	0.036	0.037	0.041	0.038	0.003
C-spine series	0.088	0.078	0.029	0.065	0.032
chest series	0.037	0.096	0.027	0.053	0.037
Abdomen E&S	0.280	0.287	0.420	0.329	0.079
L-spine series	0.598	0.852	0.447	0.632	0.205
pelvis series	5.072	4.551	4.650	4.758	0.277

Table 10.에서 pelvis series검사에서 조사야 43×35cm에 포함된 gonad의 ESD가 4.758mGy로 나타났으며, 조사야에 포함되지 않는 검사의 경우 gonad의 ESD는 skull series , C-spine series, chest series, abdomen E&S, L-spine series에서 각각 0.038, 0.065, 0.053, 0.329, 0.632mGy로 측정되었다.

3. 부위별 누적된 ESD값의 비교

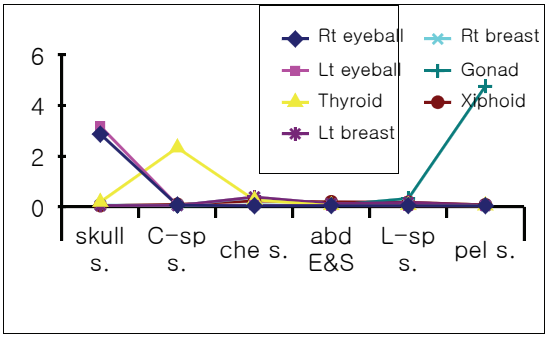

Fig. 2. Comparison of entrance surface dose.

Fig. 2에서 series촬영의 각 부위별 누적된 ESD를 비교하였다. 비교 결과 조사야의 포함 여부에 따라 많은 선량차이가 남을 알 수 있다.

Ⅳ. 고 찰

고 선량의 방사선에 대한 영향은 일본의 원폭 생존자의 연구에 기초한 Life Span Study(LSS) 코호트가 있으며, Preston등은 유방, 난소, 방광, 신경계, 갑상샘, 구강, 식도, 위, 대장, 간, 폐, 피부 등, 대부분의 신체 부위에서 암 발생의 위험도가 유의하게 증가한다는 LSS

ISSN : 1976-0620

코호트 결과를 보고하였다[8]. 현재 피폭선량으로 인한 장해의 연구에서 보면 500 mGy이상의 고선량에는 결정적 영향이 발생하고, 200 mGy 이상의 선량을 급성 피폭한 경우에는 방사선에 의한 암 발생의 위험이 있다는 증거가 있다[9].

현재 국제 방사선 방어위원회의 ICRP pub 60에서 선형 무문턱값 선량-영향 모델(Liner No-Threshold Dose-Effect Model, LNT 모델)에 근거하여 방사선위험계수의 증가로 연간선량한도를 종사자의 유효선량은 50 mSv/y에서 20 mSv/y으로 감소시키고, 일반인의 선량도 1 mSv/y로 감소시켰다[10].

의료피폭의 경우 저선량을 사용하는 경우에 해당하며, 이는 확률적 영향으로 나타나고 LNT모델을 사용하고 있다. 확률적 영향의 경우 문턱 선량이 없고, 이는 방사선의 사용에서 안전한 선량은 없고 피폭을 줄이는 것이 무엇보다 중요하다는 것을 의미한다. 그리고 방사선 방어의 기본적 개념도, 편익을 가져오는 방사선 피폭을 수반하는 행위를 부당하게 제한하는 일이 없도록 하고 사람의 안전을 확보하고, 개인의 결정적 영향의 발생을 방지할 것과, 확률적 영향의 발생을 감소시키는 것이다[9].

그러나 일부 저선량/저선량률의 피폭에 대한 암의 발생에 대해 선량-영향의 관계가 의문시되고 있으며, 또한 모든 관련 전문가들의 지지를 받지 못하는 면도 일부 있다. 하지만 위의 가정의 정당성이나 오류를 증명하기 위하여 많은 노력을 하였으나 어느 한쪽으로 결론을 내리지 못한 상황이다. 이런 이유로 LNT모델은 논쟁의 중심에 있지만, 현재까지 방사선 방어의 기초로 남아있다[10].

현재 의료분야의 방사선 진단은 환자가 받는 피폭의 위해보다는, 진단으로서의 정보의 이득이 많도록 정당성을 확보하는 차원에서 이루어진다. 환자가 받는 선량은 검사 부위, 의료기관, 국가 별로 다르며, "UN 방사선영향과학위원회의 2000년 보고서에 따르면 동일 영상의학검사에서 의료기관에 따라 10-100배의 차이를 나타낸다고 보고되어 있다"[11]. 우리나라의 경우 의료피폭에서의 방사선 방어는, 현재 국제방사선방어위원회(ICRP) 103의 권고에 따라 환자의 방사선방어 최적화를 위하여 일반촬영검사 중 중요부위인 두부, 흉부, 복부, 골반, 경추, 흉추, 요추, 검사에서 환자의 방사선량 분포의 삼사분위 값을 국가 환자 선량 권고(DRL) 가이드라인으로 정하여 식품의약품안전청에서 2012. 10월에 발표하였다[11].

각 부위별 측정된 선량을 식품의약품안전청의 삼사분위값인 DRL과 비교해보면 Table 3 각 부위별 ESD가 DRL보다 모두 작게 측정되었다. skull AP, lateral은 26.32%, 29.41%, C-spine은 AP, lateral은 31.4%, 24.56%, chest는 PA, lateral은 21.2%, 4.7%, abdomen erect는 38.1% L-spine은 AP, oblique, lateral은 27%, 25.4%, 16.74%, pelvis는 AP는 57.28%로 측정되었다.

임상 영상검사에서는 각각의 부위별 series검사가 주로 이루어지며, 이에 대한 가이드라인이나 조사야에 포함되지 않은 부위에 대한 피폭 선량의 누적 선량값은 data가 부족한 것이 현실이다. 검사 부위별 각각의 입사표면선량은 작지만 series검사의 경우 누적된 피폭이 발생하며, 각각의 DRL을 기준으로 비교할 경우 비교가 불가능하거나, 환자의 경우 검사 부위별 series영상에서 누적된 선량을 인식하지 못하고 피폭선량을 낮게 인식하는 오류를 범할 수 있다.

결과에서 영상검사의 series별 누적된 ESD를 ICRP pub. 60권고의 공중의 선량한도와 비교해보았다. 방사선 가중치 1을 적용하면 수정체의 경우 공중의 등가선량의 선량한도를 15 mSv/y을 기준으로 할 경우 Rt, Lt eyeball이 조사야에 포함된 skull series검사에서 각각 2.877 mGy, 3.175 mGy로 선량한도의 19.2%, 21.2%로 측정되었다. 조사야에 포함되지 않을 때 선량은 선량한도의 최대 0.45%에서 최소 0.27%까지 측정되었다. C-spine series에서 조사야에 포함된 thyroid는 공중의 유효선량 1 mSv/y를 기준으로 조직가중치 0.04를 적용할 경우 0.093 mSv로 유효선량의 선량한도의 9.3%, 조사야에 포함되지 않을 때 선량은 최대 1.08%, 최소 0.18%까지 측정되었다. Rt, Lt breast가 조사야에 포함된 chest series에서, 조직가중치 0.12를 적용할 경우 각각 0.04 mSv, 0.046 mSv로 공중의 유효선량 선량한도의 4.4%, 4.6%가 측정되었다. 조사야에 포함되지 않을 경우 최대 2.3%, 최소 0.59%로 측정되었다. xiphoid가 조사야에 포함된 chest series검사에서, 조직가중치 0.01을 적용할 경우 0.0023 mSv로 공중의 유효선량 선량한도의 0.23%가 측정되었고, 조사야에 포함되지 않을 때

최대 0.2%, 최소 0.04%가 측정되었다. gonad의 측정에서 조사야에 포함된 pelvis series검사에서, 조직가중치 0.08을 적용할 경우 0.38mSv로 공중의 유효선량 선량한도의 38.06%가 측정되었고, 조사야에 포함되지 않을 때 최대 5%, 최소 0.3%로 측정되었다.

본 논문에서는 식품의약품안전청의 삼사분위의 조건으로 설정하여 비교검사하지 못한 아쉬움이 있으며, 다양한 부위별 누적된 선량을 측정하여 비교하지 못한 한계점이 있다.

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 식품의약품안전청의 DRL과 임상에서의 선량을 비교하고, 이를 바탕으로 각각의 부위별 ESD와 각 촬영부위를 series별로 검사를 할 경우 누적된 ESD을 비교 측정하였다. DRL과의 비교에서는 측정값이 최대 57.28%에서 최소 4.7%까지 낮게 측정되었다. 같은 조건으로 series별 촬영에서 조사야에 포함된 경우, 각 부위별 ESD을 유효선량으로 변환하여 비교한 결과, 공중의 선량한도를 기준으로, gonad에서 최대 38.06%가 측정되었고, Rt, Lt eyeball에서 19.2%, 21.2%, thyroid에서 9.3%, Rt, Lt breast에서 4.4%, 4.6% 그리고 xiphoid에서 최소로 0.23%가 측정되었다. 조사야에 포함되지 않을 경우, 공중의 선량한도를 기준으로 최대 5%에서 최소 0.04%까지 측정이 되었다.

연구결과 각 부위를 series별로 검사할 경우 DRL보다 낮은 조건의 촬영에서도 공중의 선량한도를 기준으로 비교하면 상당히 높은 ESD가 측정됨을 알 수 있다. 따라서 누적 ESD을 기준으로 선량한도와 비교평가가 필요하리라 판단되며, 일반영상검사의 각 부위별로 여러 가지 촬영법에 따른 세분화된 DRL이 제공되어야 할 것이다. 또한 임상에서 환자 영상검사 order를 각 부위별로 세분화하여 불필요한 검사를 줄이고, 적절한 조사야를 선택하여 여러 부위를 촬영할 경우 조사야가 중복되지 않도록 하여야 할 것이다.

참고문헌

[1] Radiation Control Textbook Compilation Committee, Radiation Control, Chung-Gu Publisher, pp. 58-61, 2011.

[2] Ahn, JH., "Measurement of Radiation Exposure on Human Body Parts by Multi-Detector Computed Tomography(MDCT)" Graduate School of Public Health, Kyungbook National University Daegu, Korea, 2011.

[3] International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, ICRP publication 60, Annals of the ICRP Vol. 21, No. 1-3, Elsevier Press, 1991.

[4] IAEA Safety series No.115. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. 1996.

[5] Kim J.E., Im I.C., Park C.W., "An Assessment of Entrance Surface Dose Using the nanoDot Dosimeter"Journal of the Korean society of Radiologiy, Vol. 5, No. 6, pp.377-381, 2011.

[6] Doh S.H., Lee W.G., Yoo M.J., Kang H.D., Kim D.S., "Thermal Annealing and Fading Characteristics of LiF:Mg,Cu,P TLD" Journal of the Korean sensors society, Vol. 7, No. 5, pp. 313-318, 1998.

[7] Yook, C.C., "Characteristics of TLD and Their Recent Trend" Journal of radiation protection Vol. 4 No. 1, pp. 36-54, 1979.

[8] Preston D. L., E. Ron, S. Tokuoka, S. Funamoto, N. Nishi, M. Soda, K. Mabushi and K. Kodama, "Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958-1998," Radiation Research, 168, pp. 1-64, 2007.

[9] Jang S.Y., Kim I.G., "Developments in Radiation Health Science and Their Impact on Radiation Protection", Journal of radiation protection, Vol. 23, No. 3, pp.185-196, 1998.

[10] International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, ICRP publication 60, Pergammon press, 1991.

[11] http://www.nifds.go.kr/nifds/

[12] Lee J.E., Jeong J.B., Lee H.K., Lim C.I., Son H.K., Jin H.M., Kim B.W., Yang H.K., Kim H.J., Kim D.S., Lee K.Y., "National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, A Study for Establishment of Diagnostic Reference Level of Patient Dose in Skull Radiography" Journal of radiation protection, Vol. 35, No. 3, pp. 111-116, 2010.