Journal of Radiological Science and Technology, 38(2), 101-106
eISSN 2384-1168 ISSN 2288-3509
http://dx.doi.org/10.17946/JRST.2015.38.2.03

<원저>

두개부, 흉부, 복부검사 시 반도체 선량계와 면적 선량계를 이용한 선량 값의 측정 및 비교

- Comparisons and Measurements the Dose Value Using the Semiconductor Dosimeter and Dose Area Product Dosimeter in Skull, Chest and Abdomen -

강동경희대학교병원 영상의학과·[1]신구대학교 방사선과

김기원·손진현[1]

— 국문초록 —

최근에 방사선을 이용한 검사들은 환자들이 받는 피폭선량에 대한 관심이 증대하고 있으며, 이러한 방사선을 이용한 방사선사들은 X-선 검사 시 환자에게 조사되는 피폭선량을 인지하여 영상의 질 저하 없이 환자의 피폭선량 경감에 대하여 끊임없이 노력해야 한다. 외국의 경우 일반촬영검사들의 피폭선량기준치로 면적선량계와 표면입사선량계에 의하여 선량관리를 하고 있다. 이에 본 논문은 모의팬텀을 이용하여 일반촬영검사들 중 두 개부 전후방 촬영, 흉부 후전방 촬영, 복부 전후방 촬영을 중심으로 면적선량계와 반도체 선량계를 이용하여 면적선량과 표면선량을 비교 측정하였으며, 그 결과 면적선량계와 반도체선량계와의 측정차이는 없었다.

중심 단어: 면적선량계, 반도체선량계

Ⅰ. 서 론

최근에 방사선을 이용하는 검사들은 환자들이 받는 피폭방사선량에 대한 관심이 증대하고 있으며, 이러한 방사선을 이용하는 방사선사들은 X-선 검사시 환자에게 조사되는 피폭선량을 인지하여 환자의 불안을 해소시켜 피폭선량 경감에 중요성을 인지하고 있어야 한다[1]. 따라서 방사선사가 환자의 진단 및 검사를 위해 환자에게 방사선을 조사함에 있어 환자가 받는 선량이 어느 정도인지 인식해야 한다. 또한 어느 정도 필요성이 증대되고 있는지를 정확하게 확인할 필요가 있어야 한다. 이에 대한 국제화의 추세로는 세계보건기구 (World Health Organization; WHO), 국제원자력기구 (International Atomic Energy Agency; IAEA) 등이 1996년에 전리방사선의 방호를 위해 국제기본안전표준 (Basic Safety Standard; BSS)을 마련하였고, 2008년 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection; ICRP)에서 환자선량에 대한 진단참조준위(Dignosgic Reference Level; DRL)를 진단방사선 분야에서 방호 최적화를 위해 사용하도록 권고하였다[2]. 이와 같은 방사선 이용의 증대와 더불어 진단용 방사선 검사 시 환자 피폭선량 증가로 암 발생 위험에 따른 일반 국민의 방사선 안전에 관한 관심이 고조되고 있다. 또한 진단 분야에서의 방사선피폭은 인공방사선에 의한 피폭 중 90% 이상을 차지하고 있어 피폭선량 저 감화 대책이 시급한 분야이며, 환자 피폭선량 측정 및 위해 평가는 국제적으로 시행되고 있고 상호비교를 통하여 환자에 대한 피폭선량 저 감화에 대한

이 논문은 2014년도 신구대학교 교내연구비 지원에 의한 것임.
교신저자: 손진현 (462-743) 경기도 성남시 중원구 광명로 377
신구대학교 방사선과. Tel: 031-740-1629 / E-mail: rtsjh@shingu.ac.kr
접수일(2015년 04월 30일), 1차 심사일(2015년 05월 11일), 2차 심사일(2015년 05월 27일), 확정일(2015년 06월 12일)

방사선방어의 국제화에 기여하고 있다. 현재 식약청에서 제작 배포된 일반촬영의 가이드라인[3]은 입사표면선량으로 나타내어 방사선방호의 최적화를 위한 지표로 활용 되고 있다. 환자의 방사선 피폭에 따른 영향평가는 유효선량으로 평가되며, 이는 각 장기(organ)에 따른 장기선량(organ dose)이 있어 입사표면선량을 그대로 사용하면 과대평가가 될 수 있는 위험성이 존재하게 된다.

따라서 본 논문에서는 투시에서 이용하는 DAP meter와 반도체 선량계(Piranha-657)을 이용하여 두 가지 선량 간의 선량 값 비교평가를 하고자 한다. 이를 통해 방사선 피폭선량 저감이라는 사회적 관심에 대한 필요성을 알리고 면적선량과 표면선량을 비교함으로서 선량 저감화 체계를 확립하는데 기초자료로서 그 의의를 두고자 하였다.

Ⅱ. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

서울 및 경기도 소재 10개 병원을 선정하여 두개부 후전방 촬영 (Skull PA), 흉부 후전방 촬영 (Chest PA), 복부 전후방 촬영 (Abdomen AP)의 선량값을 조사하여 모의팬텀을 이용하여 각 검사부위별 면적선량계와 반도체 선량계를 기준으로 면적선량과 표면선량을 비교조사 하였고 (Table 1), 모식도는 다음과 같다(Figure 1).

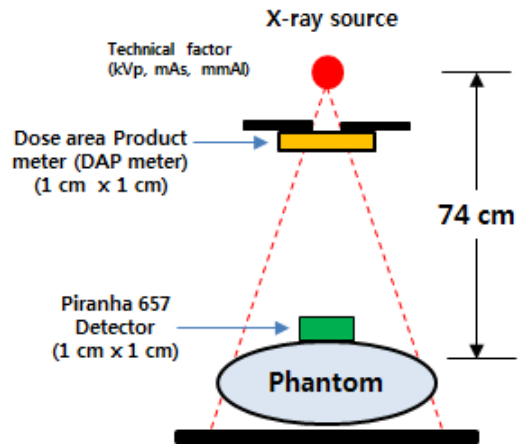

Figure 1 Schematic illustration for measurement of radiation contribution

2. 연구방법

1) 실험기기

실험에 사용된 방사선량 측정계로 첫째, 면적선량계 (VacuTec co, Germany)는 VacuDAP Bluetooth 모델로 Dose Area Product (DAP) 및 Dose Area Product rate (DAP rate) 투시용을 동시에 측정 가능하며, 유효면적은 147 mm x 147 mm로 측정 가능한 범위는 DAP인 경우 0.1 μGy·m^2 ~ 100 μGy·m^{2}이고 DAP rate인 경우 6 μGy·m^2~ 18 μGy·m^2 측정가능하며 유럽 표준 IEC 60580의 기준에 적합하도록 제작된 선량계이다 (Figure 2). 둘째, 다기능 QA 측정기 (RTI Electronic, Sweden)인 Piranha 657 반도체 측정기는 검출기의 오차범위가 ±5% 이내로 각각의 관전압에 따른 보정계수를 가진 선량계로 매우 정확한 선량값[4]을 나타낸다 (Figure 3).

Figure 2 VacuDAP Bluetooth DAP meter for firmware version 1.4 and higher

Figure 3 The Piranha 657 which is semiconductor dosimeter measuring the skin dose.

방사선조사 장치로는 진단용 방사선 발생장치로 AccuRay-650R (Dong Kang, Korea)을 사용하였다. 이는 고주파 인버터 (Hight Frequency Type) 3상 방식으로 초점의 크기는 0.6 mm이고 양극의 Target 재질은 텅스텐 (W)이며 고유여과 (Inherent filteration)는 0.9 mmAl이고 부과여과 (Additional filtration)는 1.5 mmAl를 갖는다.

2) 면적선량계 선량측정

일반촬영장치 AccuRay-650R (Dong Kang, Seoul, Korea)의 collimator 앞에 면적선량계 (Vacu DAP, Dresden, Germany)를 고정시키고 각 부위별 (두개부 전후방 촬영, 흉부 후전방 촬영, 복부 전후방 촬영)팬텀을 테이블에 위치시킨다. 면적선량계를 통해 측정된 10개의 병원별 조건 값을 각 부위별 면적선량 별로 각각 기록 한 후 각 병원별 선량을 10회 조사하여 산출된 평균 면적선량을 측정하였다.

3) 반도체 선량계를 이용한 선량측정

테이블 위에 고정된 팬텀 중심에 반도체 선량계 (piranha, RTI Electronic, Sweden)의 외부 검출기를 고정시고 각 부위별 (두개부 전후방 촬영, 흉부 후전방 촬영, 복부 전후방 촬영)팬텀을 테이블에 위치시킨다. 각 병원별 선량을 10회 조사하여 산출된 평균 표면선량을 측정하였다.

4) 면적선량과 표면선량의 비교

면적선량계와 반도체 선량계에서 측정된 각 부위별 (두개부 전후방 촬영, 흉부 후전방 촬영, 복부 전후방 촬영) 평균 선량값을 거리에 따른 선량변화 즉, 거리역자승을 계산하여 선량을 계산하였다. 엑스선 강도는 거리역제곱법칙에 의해 거리의 자승에 반비례한다. 즉, 방사선강도에서 거리역자승이란 엑스선이나 γ선의 r_1 거리에서의 강도를 I_1, r_2 거리에서의 강도를 I_2라 한다면 둘 사이의 관계식은 다음과 같다.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{(r_2)^2}{(r_1)^2}$$

따라서, 방사선강도는 거리의 자승에 비례하여 감소하므로 반도체 선량계값은 면적선량계 값보다 적은 수치를 보였다. 거리역제곱을 반영한 선량식은 다음과 같다.

$$\text{거리역제곱 선량값}\,[mGy] = DAP\ \text{값}\,(\mu Gy \cdot m^2) \times \frac{1}{(74)^2} \times 1000$$

Ⅲ. 결 과

3-1. 수도권 내 10개의 병원 별로 사용하는 두개부 전후방 촬영, 흉부 후전방 촬영, 복부 전후방 촬영의 조건 값을 면적선량계 선량계를 이용한 면적선량 측정결과는 두 개부 전후방 촬영에서 5.5~19.55 μGy·m^{2}의 선량값을 나타내었고, 흉부 후전방 촬영에서는 0.9~8.0 μGy·m^2 복부 전후방촬영에서는 4.2~14.4 μGy·m^{2}의 선량 값을 나타내었다(Table 2).

3-2. 반도체 선량계를 이용한 표면입사선량 측정결과는 두 개부 전후방 촬영에서 1.0 ~ 9.29 mGy의 선량값을 나타내었고, 흉부 후전방 촬영에서는 0.9 ~ 8.0 mGy 복부 전후방촬영에서는 4.2 ~ 14.4 mGy의 선량 값을 나타내었다(Table 3).

3-3. 면적선량값을 거리역제곱법칙을 반영한 선량값으로 환산하여 표면입사선량값과 비교하였는데 두 개부 전후방 촬영에서의 오차는 1%로 나타내었고, 흉부 후전방 촬영에서의 오차는 나지 않았고 복부 전후방촬영에서의 오차는 8%로 나타났다(Table. 4).

Table 1 The exposure conditions for capital hospitals

	Skull PA			Chest PA			Abdmen AP		
	kV	mA	mAs	kV	mA	mAs	kV	mA	mAs
A	75	200	25	85	200	8	85	200	32
B	75	320	16	120	250	3	72	320	19
C	70	250	40	115	200	10	83	200	10
D	72	320	16	110	250	6	75	320	20
E	81	250	80	108	320	13	79	320	26
F	75	250	10	120	250	1	75	250	16
G	80	250	16	110	250	3	80	250	20
H	73	250	16	112	250	3	81	250	32
I	75	320	20	110	200	5	80	320	32
J	69	250	20	113	250	3	76	250	25

Table 2 The results of DAP by using the DAP dosimeter

DAP (μGy·m^2)	Skull AP	Chest PA	Abdmen AP
A	1.39	0.35	14.4
B	8.65	2.40	6.60
C	19.55	7.20	4.20
D	8.20	4.15	6.65
E	51.60	8.00	10.15
F	5.50	0.90	5.50
G	10.00	2.20	7.70
H	8.405	1.80	12.85
I	10.90	3.30	12.05
J	9.10	1.85	8.70

Table 3 The results of skin dose by using the semiconductor dosimeter (Piranha 657)

Piranha (mGy)	Skull AP	Chest PA	Abdomen AP
A	0.25	0.62	2.35
B	1.58	0.44	1.08
C	3.56	1.30	0.69
D	1.47	0.74	1.13
E	9.29	1.43	1.78
F	1.00	0.16	0.89
G	1.81	0.40	1.27
H	1.51	0.32	2.07
I	1.96	0.60	1.99
J	1.63	0.34	1.42

Ⅳ. 고찰 및 결론

최근 방사선에 관한 국민의 의식수준의 향상과 관심이 커져 의료적인 방사선 검사에서의 피폭선량에 대한 관심도 증가하고 있다. 외국의 경우 일반 영상 촬영에서 면적선량계를 이용하여 선량 관리를 하고 있다[5]. 반면에 현재 국내의 투시나 혈관조영장치에서는 면적선량계를 장착하여 면적선량을 주로 활용하고 있다. 면적선량계 (DAP meter)는 다중 collimator 전면에 부착하여 사용하는 평행 평면형 전리상자로 표면입사선량 (Enterance Surface Dose, ESD)를 나타내는 것으로 조사야 및 SID에 따라 후방산란계수 및 X-선 입사부위를 실시간으로 표시하며 누적선량을 나타낸다. 또한 DAP meter는 실시간 변화하는 투과 조건에 따른 선량 변화를 반영하기 때문에 투시장치를 이용한 선량측정에 일반적으로 이용된다.

본 연구 논문에서는 선행 논문인 기존의 선량에 관한 논문 연구들의 저자들은 피폭선량의 저감화는 필수적이며, 가장 중요한 사항이라고 공감을 하고 있다. 투시촬영과 혈관조영장치에서는 김선우 등은 Dose Area Product (면적선량, 이하 DAP)meter를 이용하여 “인터벤션 시술별 DAP 통계분석”을 통해 시술자별 선량을 평가하였으며[6], 최재호 등은 “DAP를 이용한 TLD와 PLD의 선량 측정 비교”를 TLD와 PLD의 선량계를 비교 평가하였고[7], 이승현 등은 X선 발생장비에서 나오는 DAP값과 NDD방법론을 이용한 선량 비교 연구를 하였다[8]. 위 논문과 비교 했을 때 조사야에 대한 의존도를 좀 더 세심하게 설정하였지만, 본 논문에서는 보편적으로 사용하는 반도체선량계를 면적선량계와 비교에서 실험결과에서 제한점이 있을 수 있다. 실제 임상에서 사용하는 면적선량계와 반도체 선량계의 종류가 여러 가지이다. 이런 이유로 본 논문의 실험 에서는 1 가지의 종류들로만 실험을 통한 비교를 하였으므로 만약 다른 종류의 선량계들로 동일한 실험 시 다양한 오차가 나올 수 있다고 생각을 한다. 또

한, 면적선량계를 이용한 실시간 표면입사선량과 Phantom에 부착한 선량계와의 차이의 측정값 오차를 평가하는데 불명확하고 선행 논문인 한재복 등의 연구[9]에서 계산에 의한 입사표면선량의 차이를 발표하였다. 여기에서 본 실험과 같이 실제 측정한 면적선량계를 이용하여 측정된 선량값과 반도체선량계를 이용하여 측정된 선량값을 비교했을 때 둘 차이의 선량값은 거의 차이가 나지 않았다. 이는 식품의학품안전청에서 발표한내용[10]과 일치함을 알 수 있었다. 본 연구는 반도체선량계를 이용하여 면적선량계와의 비교를 통해서 선량계 사용의 유용성을 알아본 실험이라 할 수 있다.

본 논문과 맥을 같이 우리나라에서는 환자 진료의 적정을 기할 수 있는 제도를 마련하였으며, 환자에 대한 의료피폭 저감화를 위한 안전관리 업무를 수행하고 있다. 또한, 국내의 설정에 맞게 진단방사선 분야에서의 진단 참고준위 값을 설정하기 위하여 의료기관에서의 진단 방사선검사에 따른 진단영상정보의 자료 분석 및 환자선량 평가 관련 연구를 수행하고 있다. 또한 더욱이 중요시 되는 부분은 소득 수준의 향상으로 진료의 빈도가 늘어나고 정교한 의료방사선 기술이 추가됨에 따라 환자가 진료과정에서 피폭되는 의료상 피폭은 증가하는 추세이다. 생명을 위협하는 질병의 진료를 위해 방사선 피폭을 감수하는 것이지만, 의료 목적을 저해하지 않고도 환자의 피폭을 상당히 절감할 수 있는 여지가 있다. 의료상 피폭을 1%만 줄여도 직업상피폭의 총량보다 많은 방사선량을 국민이 덜 받게 된다. 이와 같은 관점에서 환자에 대한 피폭관리 개선을 위하여 임상에서의 엑스선 검사 시 환자가 받은 피폭선량의 측정 및 평가가 필요하며 국내 실정에 맞는 의료피폭 저감 목표치를 설정하여 점차적으로 진단용 방사선 저감화 프로그램을 도입하여 환자들이 안심하고 엑스선 검사를 받을 수 있도록 선진화된 의료피폭 저감화 개선책이 필요할 것으로 사료된다. 또한 방사선 촬영시 환자피폭선량을 감소시킬 수 있는 방안과 환자피폭선량에 대한 가이드라인을 제시하는데 유용한 자료라 사료된다.

참고문헌

1. Sung-Chul Kim, Chong-Yeal Kim, Sung-Min Ahn: Calculation method of entrance skin dose in X-ray beam quality factor. The Korea contents association, 10(2), 258, 2010
2. KFDA: Measurement Guideline of Patient dose. Seoul. Korea. 14, 5, 2007
3. KFDA: 2012 Guideline on patient dose suggestion of general radiology. 30, 2012
4. Jin-Hyun Son, Jung-Whan Min, Jung-Min Kim, *et al.*: Experimental study with respect to dose characteristic of galss dosimeter for low-energy by using internal detector of piranha, 657, 35(2), 119-124, 2012
5. Bundesamt für Strahlenschutz: Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen, 22, 2010
6. Sun-Woo Kim, Seung-Won An, Yo-Hwa Song, *et al.*: Journal of Korean society of cardio-Vascular intrventional technology, 14(1), 126-134, 2011
7. Jae-Ho Choi, Gu-Jun Kang, Seo-Goo Chang: Comparison on the dosimetry of TL D and PLD by dose area product. The Korea contents association, 12(3), 244-250, 2012
8. Seung-Hyun Lee, Myeong-Sang Lim, Dong-Hyun LIm, *et al.*: Dosimetry comparison study based on NDD method and DAP value from X-ray generator during general image examination. The Korean society of radiological imaging technology, 11(1), 107-119, 2014
9. Jae-Bok Han, Nam-Gil Choi, Ho-Jin Sung: Comparative study of radiation exposure using entrance skin dose calculation technique in diagnostic X-ray radiography. The Korea contents association, 11(12), 358-363, 2011
10. KFDA: 2014 Guideline on patient dose suggestion of intervention radiology, 36, 2014

•Abstract

Comparisons and Measurements the Dose Value Using the Semiconductor Dosimeter and Dose Area Product Dosimeter in Skull, Chest and Abdomen

Ki-Won Kim·Jin-Hyun Son[1)]

Department of Radiology, Kyung Hee University Hospital at Gangdong Medical Center
[1)]Department of Radiological Science, Shin-Gu University

Recently, There has been a growing interests in exposure dose to the patient who take a examination using radiation. The radiological technologists should be concerned about the exposure dose to patients and make an efforts to reduce the patient dose without decreasing the image quality. In the case of foreign, the exposure dose of general X-ray examination have been managed by standard value of exposure dose using dose area product (DAP) and entrance surface dose (ESD) dosimeter. This study is to compare DAP and ESD in skull anterior posterior (AP), chest posterior anterior (PA), and abdomen AP projections of phantom by using DAP and ESD dosimeter. In the results, there were no differences between DAP and ESD dosimeter.

Key Words : Dose area product (DAP) dosimeter, semiconductor dosimeter