

나노도트선량계를 이용한 입사표면선량의 평가

김종언*, 임인철**, 박철우***

가야대학교 방사선학과*, 동의대학교 방사선학과**, 동의과학대학 방사선과***

An Assessment of Entrance Surface Dose Using the nanoDot Dosimeter

Jongeon Kim*, Inchul Im**, Cheolwoo Park***

*Department of Radiological Science, Kaya University**

*Department of Radiological Science, Dongeui University***

*Department of Radiological Science, Dongeui Science College****

요 약

이 연구의 목적은 일반방사선촬영에서 입사표면선량에 대하여 나노도트선량계의 측정값과 Non Dosimeter Dosimetry-Method(NDD-M)의 계산값과 비교 평가하는 데 있다. 입사표면선량들의 측정과 계산은 두부(AP), 복부(AP), 골반(AP), 흉추(AP)와 요추(AP)에 대하여 수행하였다. 결과로서, 계산값에 대한 측정값의 상대비율은 각 부위에 대하여 1.5-2.1을 얻었다. 재현성은 변동계수로서 0.035를 얻었다.

중심단어: 입사표면선량, 나노도트선량계, 일반방사선촬영

Abstract

The purpose of this study is an assessment between the measured value of the nanoDot dosimeter and the calculated value of Non Dosimeter Dosimetry-Method(NDD-M) for entrance surface dose in general radiography. Measurement and calculation of the entrance surface doses were performed for head(AP), abdomen(AP), pelvis(AP), thoracic spine(AP) and lumbar spine(AP). As a result, the relative ratios of the measured value to the calculated value were acquired 1.5-2.1 for each region. Reproducibility acquired 0.035 as a coefficient of variation.

Key Words : Entrance surface dose, nanoDot dosimeter, General radiography

I. 서론

일반방사선촬영(general radiography)에서 환자선량은 입사표면선량(ESD, entrance surface dose)으로서 피부선

량(skin dose)을 의미한다^[1,2]. 환자선량을 줄이기 위하여 사용자는 방사선 방어의 최적화를 판단하여 진단에 필요한 최적의 영상을 얻으면서 환자에게 최소한의 선량을 조사시켜야 한다^[3]. 국제원자력기구(IAEA)에서 환자선량 저감화를 위해 진단참고준위(DRL,

diagnostic reference level)을 권고하고 있다^[3-5]. 그러나 국내에는 환자선량 평가가 미흡하고 진단참고준위가 마련되어 있지 않는 실정이다. 그러므로 방사선촬영(radiography)에서 환자선량 측정에서 평가는 중요한 자료가 될 수 있다.

환자선량 진단참고준위는 진단 X선 검사 시 환자가 받는 방사선량을 측정하고 평가하여 참고할 수 있도록 권고하는 선량준위를 말한다^[5]. 국제원자력기구는 진단방사선분야에서의 환자방어를 위하여 국제기본안전기준[basic safety standards(BSS) No.115]을 마련하여 환자선량 참고준위(guidance level)를 마련하였다^[6]. 식품의약품안전청은 국내 진단참고준위가 마련되기 이전에 국제기본안전기준을 준수할 것을 권하였다.

환자선량은 광자극형광선량계(optically stimulated luminescent dosimeter)인 나노도트선량계(nanoDot dosimeter)를 사용하여 환자의 피부에서 직접 입사표면선량을 측정할 수 있다. 또한 일본 방사선기사회에서 개발된 Non Dosimeter Dosimetry-Method(NDD-M)법을 사용하여 계산할 수 있다^[3]. 이 연구는 일반방사선촬영 X선 빔 조사 조건하에서 나노도트선량계로 측정된 입사표면선량을 NDD-M의 계산값과 비교 평가하는데 목적이 있다.

본 연구는 두부, 복부, 골반, 흉추, 요추 등의 일반방사선촬영 조건으로 입사표면선량을 나노도트선량계로 직접 측정과 NDD-M으로 계산을 한다. 측정된 각 부위별 입사표면선량을 NDD-M의 계산값과 비교 분석으로 평가를 한다.

II. 대상 및 방법

1. 측정장비

실험에 사용한 X선장치는 고주파 인버터 방식으로 리스탐사(listem corporation, Korea)의 제품이다. 이것의 각 부품 별 모델명은 다음과 같다. X-선 고전압 장치(high voltage generator)는 REX-525RF이고, X선관(X-ray tube)은 LTN-25이며, 조사야 조절기구(beam limiting device)는 BLD-150RK이다. 이 장치의 총 여과 알루미늄당량은 X-선관의 고유여과 0.9 mmAl, 고정된 부가여과(fixed added filtration) 1.0 mmAl와 조사야 조절

기구의 고유여과 1.5 mmAl의 합으로서 3.4 mmAl이다^[7]. 입사표면선량의 측정시스템으로서 판독기(reader)는 랜다우어사(landauer orporation)의 인라이트시스템으로 모델명은 microStar™(USA)이며 선량계는 나노도트선량계로 모델명은 nanoDot™(USA)이다^[8]. 인체의 대응으로 사용한 여성(female) 팬텀은 방사선학지원장치사[RSD, radiology support devices inc.(USA)]의 인체모형연습교육팬텀(The Anthopomorphic Traing/Teaching Phantom)이다^[9]. 이것의 모델명은 Transparent PIXY이며 각 조직 및 장기들은 조직등가물질로 만들어졌다 [그림 1].



(a)



(b)



(c)

[그림 1] 입사표면선량 측정시스템. (a) 인라이트마이크로스타시스템, (b) 나노도트선량계, (c) 인체모형연습교육팬텀

2. 입사표면선량 측정

각 부위별 입사표면선량 측정에서 초점과 필름간의 거리(focal film distance, FFD)는 101.6 cm(40 inch)를 사용하였다. 각 측정은 빔의 중심축에 선량계를 위치시켜 5번을 수행하였다. 각 부위별 전후촬영(AP)의 조사면적과 조사조건은 다음과 같이 사용하였다. 두부(skull)는 25×30 cm², 70 kVp, 20 mAs, 복부(abdomen)는 36×43 cm², 70 kVp, 30 mAs, 골반(pelvis)은 36×43 cm², 70 kVp, 25 mAs, 흉추(thoracic spine)는 13×43 cm², 70 kVp, 25 mAs, 요추(lumbar spine)는 13×43 cm², 80 kVp, 20 mAs 이다[그림 2].

X-선 빔으로 조사된 나노도트선량계의 선량은 8분 뒤에 관독기로 측정하였다. 이 이유로서 선량계는 0.8 분 반시간(half-time)으로 붕괴되는 과도신호(transient signal)를 갖으며 이 신호는 약 8분에 안정되기 때문이다^[8].



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

[그림 2] 입사표면선량 측정. (a) 두부, (b) 복부, (c) 골반, (d) 흉추, (e) 요추

3. 입사표면선량의 계산

입사표면선량의 계산에 사용된 식은 일본 방사선기 사회에서 개발된 Non Dosimeter Dosimetry-M(NDD-M) 법으로서 다음과 같다^[3].

$$D = NDD - M(f) \times mAs \times (1/FSD)^2 \dots\dots\dots \text{식(1)}$$

여기서 D 는 입사표면선량(mGy), $NDD - M(f)$ 는 $NDD - M$ 계수, mAs 는 관전류(mA)와 조사시간(s)의 곱, FSD 는 초점과 피부 사이의 거리(m)이다.

입사표면선량의 계산값들은 식(1)에 각 부위별 촬영 조건을 대입하여 산출하였다. NDD-M으로 입사표면선량 계산 시 FSD는 각각 두부 0.746 m, 복부 0.776 m, 골반 0.776 m, 흉추 0.756 m, 요추 0.776 m를 적용하였다. 이 거리들은 두 개의 줄자를 사용하여 측정을 하였다. $NDD - M$ 계수는 인버터장치에서의 $NDD - M(f)$ 표^[3]에서 X-선관의 총 여과 알루미늄 당량에 대하여 선택된 관전압으로 구하였다.

[표 1] 인버터장치에서의 NDD-M[V.1.06]계수 (NDD-M(f)) 표

총 여과(mmA)	70 kVp	80 kVp	90 kVp
3.0	0.0442	0.0602	0.0766
3.5	0.0382	0.0530	0.0682
4.0	0.0335	0.0471	0.0614

Ⅲ. 결과

실험으로부터 얻어진 각 부위별 입사표면선량의 측정값과 계산값들은 [표 2]에서 보여준다. 계산값에 대한 측정값의 상대비들은 각 부위에 대하여 1.5-2.1을 얻었다. 그리고 재현성은 변동계수로서 평균에 대한 표준편차의 비로 0.035이하를 얻었다.

[표 2] 측정값과 계산값의 비교

구분	측정값(mGy)		계산값(mGy)	상대비
	평균	표준편차		
두부(AP)	2.121	0.066	1.416	1.498
복부(AP)	3.909	0.129	1.963	1.991
골반(AP)	3.408	0.112	1.636	2.080
흉추(AP)	2.701	0.086	1.723	1.568
요추(AP)	3.878	0.132	1.807	2.146

Ⅳ. 고찰

나노도트선량계는 일반X-선촬영 조건의 각 관전압에 대하여 에너지의존성을 가지고 있다^[10]. 측정되어지는 입사표면선량은 판독기의 선량 측정값에 에너지의존성 보정인자를 곱하여 구하여야 한다. 이 실험에서 에너지의존성 보정인자는 이미 발표되어진 김 등의 자료를 사용하였으며 [표 3]에서 보여준다^[11].

[표 3] 관전압에 대한 에너지의존성 보정인자

관전압(kVp)	보정인자
40	1.33
50	1.12
60	1.06
70	1.03
80	1
90	1.01
100	1.05
120	1.23
150	1.32

입사표면선량의 계산은 아래의 [표 1]의 자료를 사용하였다. 여기서 NDD-M(f)계수는 NDD법의 관전압 보정계수를 적용한 계수이다. 그리고 NDD-M법은 NDD법을 변형한 방법이다.

나노도트선량계로 얻어진 입사표면선량들은

NDD-M으로 계산된 선량들보다 상당히 높게 나타났다. 그 이유는 관전압 측정기가 없어서 설정관전압에 대하여 관전압 측정을 수행하지 못하였다. 그러므로 설정관전압보다 높은 관전압이 나노도트선량계로 측정된 입사표면선량에 상당히 기여한 것으로 생각된다. 따라서 실험전에 설정관전압에 대하여 관전압을 측정하여야 할 것으로 여겨진다.

실험에 사용된 인체모형연습교육팬텀은 신장 156 cm이고 체중 48 kg이다^[9]. 이 체격은 한국의 여자 표준인에 근사적이다. 2002년도에 보고한 ICRP Publication 89에 의하면 한국 여자 표준인은 신장 155±4.9 cm이고 체중 54.5±6.5 kg이다^[3].

ICRP Publication 73은 각 국에 의료피폭을 줄이기 위하여 환자에 DRL을 사용할 것으로 권고하였다. DRL은 의료 피폭에 적용하는 것으로 일반화된 방사선방어의 최적화의 결과로서 전문기관에 의해 설정되는 권고이다. 이것은 자국의 환자선량의 분포 중에서 제3사분위수(75% 선량)를 기준하여 설정하도록 하고 있다^[3].

Ⅴ. 결론

일반방사선촬영에서 두부(AP), 복부(AP), 골반(AP), 흉추(AP)와 요추(AP)의 입사표면선량들은 나노도트선량계로 직접 측정과 NDD-M으로 계산을 수행하였다. 결과로서, 계산값에 대한 측정값의 상대비들은 각 부위에 대하여 1.5-2.1을 얻었다. 재현성은 변동계수로서 평균에 대한 표준편차의 비로 0.035이하를 얻었다.

참고문헌

- [1] P. Engel-Hills, "Radiation protection in medical imaging", Radiography, Vol. 12, pp.153-160, 2006.
- [2] I.O. Olarinoye and I. Sharifat, "A protocol for setting dose reference level for medical radiography in nigeria: a review", Bajopas, Vol. 3, No. 1, pp.138-141, 2010.
- [3] 방사선안전관리 시리즈 No.14, 환자선량 측정 가이드라인, 식품의약품안전청, 2007.
- [4] 방사선안전관리 시리즈 No.17, 흉부엑스선검사에서의 환자선량 권고량 가이드라인, 식품의약품안전청, 2008
- [5] 방사선안전관리 시리즈 No.19, CT 엑스선검사에서의

환자선량 권고량 가이드라인, 식품의약품안전평가원, 2009

- [6] IAEA Safety series No.115, International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources, Vienna, 1996.
- [7] REX-525R(F) user's manual, Listem Corporation.
- [8] microStar user manual, Landauer Inc., 2009.
- [9] PIXY the anthropomorphic training/teaching phantom, Radiology Support Devices Inc.
- [10] C.S. Refit, “The energy dependence and dose reponse of a commercial optically stimulated luminescent detector for kilovolatge photon, megavoltage photon, electron, proton, and carbon beams” , Med. Phys., Vol. 36, No. 5, pp.1690-1699, 2009.
- [11] 김종언, 임인철, 이효영, “진단방사선촬영에서 광자극형광선량계의 에너지존성에 대한 보정인자” , 한국방사선학회지, Vol. 5, No. 5, pp. 261-265, 2011.