

환자 안전을 위한 비 계측 선량측정의 활용 : NDD-M

길종원* · 선종률** · 송월수**

*대전선병원 영상의학과 · **대전보건대학교 방사선(학)과

Non Dosimetry Measurements Use for Patients Safety : NDD-M

Jong-Won Gil* · Jong-Ryoul Seon** · Wol-Su Song**

*Dept. of Diagnostic Radiology, DaeJeon Sun Medical Center

**Dept. of Radiology, Daejeon Health Sciences College

Abstract

This study was to improve to utilization of non dosimetry measurements for X-ray radiography. Experiments was passed off varying the X-ray tube voltage and the thickness of the aluminum filter by actual dose. Calculated results was set to the first beam quality factors, calculated first correction coefficient by the Microsoft Excel program was set as the second beam quality factors. To make the non dosimetry measurements simply, the Excel program apply to the new beam quality factors, the error was compared to the previous studies, and the results verify the calculated value of smaller errors.

Keywords : NDD-M, X-ray, Fcous Skin Distance, Microsoft Excel

1. 서론

건강에 대한 관심과 의료의 의식수준이 높아짐에 따라 방사선검사로 인한 피폭은 더 이상 전문가들만의 문제만은 아니다. 의료방사선은 환자의 이득을 위하여 선량한도를 규정하고 있지 않으나 누적에 의한 위해는 분명 존재하기 때문에 최적화를 통해 안전하게 검사 받을 수 있는 환경을 만드는 것이 중요하고 이를 위해 검사를 수행하는 방사선사의 노력이 필요할 것이다[1].

유럽위원회(European Commission)와 경제협력개발기구(OECD)의 조사에 의하면 동일한 유형의 방사선 진단과정에서 받는 환자의 피폭이 의료기관에 따라 10배에서 20배의 차이가 있음이 밝혀진바 있으며 이는 개선을 통한 선량감소가 가능하다는 것을 의미한다. 이에 따라 한국도 식품의약품안전처에서 환자선량측정 가이드라인을 제시하여 각급 의료기관에 보급하고 있다[2].

피폭선량을 저감시키기 위해서는 먼저 피폭선량을

정확하게 알 필요가 있다.

피폭선량을 정확하게 알기 위해서는 정도 높은 측정기에 의한 실제 측정이 이루어지든가, 측정기 없이 표 또는 공식에 의하여 표면선량을 알 수 있는 방법을 강구해야 한다[3].

선량감소를 확인하고 검증하기 위해서는 계측기를 통해 선량측정을 해야 하지만, 대부분의 중소 병원에서 계측기를 구비하고 있지 않기 때문에 비 계측기 측정법인 NDD(Non Dosimeter Dosimetry)법을 사용하여 이를 대신할 수 있다[4].

NDD법은 X선 진단영역에서의 선량측정을 간편하게 환산하는 방법으로 전리조를 사용하지 않고 공식을 사용하여 환자들이 방사선 촬영 시 받는 입사표면선량을 추정할 수 있는 방법이다[5]. 하지만 사용에 따라 여러 가지 제약사항이 많으며, 또한 임상에서 바로 적용하기 복잡하고 방법에 따라 정확도가 낮아 질 수 있는 문제가 있다.

†Corresponding Author: Wol Su Song, The Dept. of Radiology, Daejeon Health Sciences College, 21 Chungjeongro, Dong-gu, Daejeon-si, Korea., E-mail: swss66@daum.net

Received January 20, 2016; Revision Received March 10, 2016; Accepted March 21, 2016.

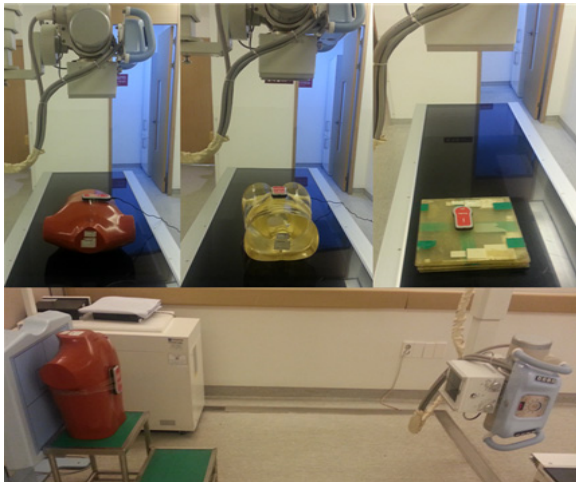
김성철(2009) 등의 연구에서 NDD법에 대해 장치의 정류방식별 별도의 NDD-M 계수표를 만들어 더욱더 세분화하고, 계산식 자체도 단순화시킨 NDD-M법을 이용하여 실제 계측선량과의 오차를 줄이는 등 이러한 문제점을 보완하였다. 그러나 여러 선행연구의 문헌고찰을 한 결과 정도가 높은 선량계와 인체모형팬텀을 사용하여 실험 한다면 선행연구보다 더 정확한 선질보정계수를 산출할 수 있다고 판단하였다[5-8].

따라서 본 연구는 선행연구에서 수행한 실험방법을 재현하여 실제 계측선량과 가장 근접한 비 계측 선량측정 값을 구할 수 있는 선질보정계수를 산출하고 임상에서의 활용도를 높이기 위해 프로그램으로 제작하였다.

2. 연구방법

2.1 실험 재료

- X선 장비 : TOSHIBA E7252(인버터-동강)
- 선량 계측 : Piranha 657(반도체선량계)
- Phantom : SPT-1054(인체모형팬텀), Acryl Phantom
- 부가필터 : Aluminum(0.5, 1mm)



[Figure 1] Materials for Experiments

2.2 선량측정 실험 조건

비 계측선량 프로그램의 결과값을 설정하기 위하여 다음과 같이 선량측정실험을 진행하였다. 실험 조건은 FSD(Focus Skin Distance) 100 cm, 조사면적은 20 cm x 20 cm를 지정하고 관전압을 40 kVp~120 kVp 까지 2 kVp단위로 변경하여 각각을 5회 측정하여 평균 값을 기록하였다. mAs 값은 100 mA에 0.1 sec로 동일

조건으로 맞추었으며 총 여과 값은 한국공업규격(KS)에 의해 1.5 mm Al-2.5 mm Al이상 되어야 함으로 부가필터를 사용하여 1.5 mm Al-5.0 mm Al로 변화 시켜 가며 측정하였다. 실험재료와 실험은 Figure 1과 같다.

2.3 데이터 기록 및 추세식 계산

비 계측선량의 계산값과 실제 계측선량을 일치시키기 위해 먼저 선량측정값의 데이터와 비 계측선량 계산식인 NDD-M의 계산값을 Microsoft Excel에 기록하여 그래프로 도식하였다. 그런 다음 두 값의 오차를 제거하기 위해 NDD-M법을 바탕으로 1차 선질보정계수를 산출하여 적용하였다. 그리고, 오차를 제거한 값 중 선형(linear)을 이루지 못한 불안정한 값의 보정을 위해 2차 선질보정계수를 산출하여 적용하였는데, 이는 Microsoft Excel에서 지원하는 추세선 및 추세식을 이용하였다. 추세선은 값의 평준화를 위해 보정하는 기능이며 이것의 보정식인 추세식은 회귀식으로 자동 제시된다. 그리고 값의 평준화 일치도(적합도) 판정은 결정계수인 R2값으로 확인 할 수 있다.

$$\frac{D(mGy)}{mAs} \times (FSD)^2 = 1차 선질보정계수$$

$$D(mGy) = 선질보정계수 \times mAs \times \left(\frac{1}{FSD}\right)^2$$

$$(NDD-M(f) = 6.5 \times KV(f) \times 총여과(f) \times A \times B)$$

D(mGy) : 입사표면선량

mAs : 관전류(mA) x 촬영시간(sec)

FSD : 초점 - 피부간거리 (m)

선질보정계수 : NDD - M(f)의 대체 값

KV(f) : 관전압 보정계수

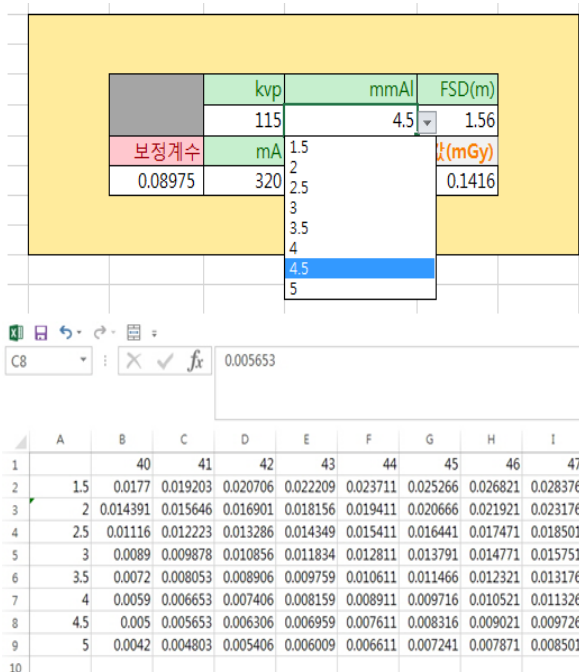
총 여과(f) : 총 여과보정계수

A : 3상=1, 단상=0.55, 인버터=0.95

B : 흡수선량 변환계수(mR-mGy 변환계수)

2.4 비 계측 선량측정 프로그램 제작

비 계측 선량측정의 간소화를 위해 Microsoft Excel를 이용하여 프로그램화 하였다. Excel 프로그램은 Database(2차 선질보정계수)를 불러올 수 있도록 하는 INDEX 및 MATCH 함수를 적용하여 제작하였다. Excel 프로그램은 Figure 2와 같다.



[Figure 2] Excel Program for Radiation Dose Calculation

2.5 계측선량 비교

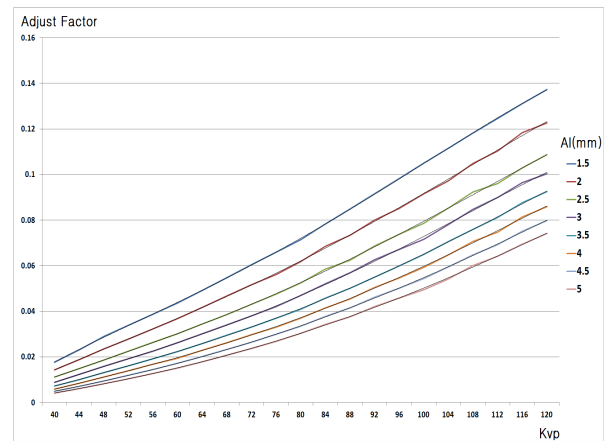
비 계측 선량측정 프로그램의 유용성을 확인하기 위해 흉부, 복부, 두부와 사지의 입사선량을 계측하여 비 계측선량 프로그램의 선량값과 비교 평가하였다. 머리, 가슴, 복부는 인체모형팬텀을 이용하였고, 사지는 Acryl Phantom을 이용하여 측정하였다. 그리고 각 비교 부위의 입사선량은 실제 임상에서 사용하고 있는

선량조건(Chest : 120 kVp, 320 mA, 0.012 sec, Abdomen : 80 kVp, 320 mA, 0.08 sec, Skull : 78 kVp, 200 mA, 0.12 sec, Extremity : 60 kVp, 100 mA, 0.08 sec)을 적용하다.

3. 결과

3.1 추세선과 추세식

1차 선질보정계수의 추세선은 실제 측정값에서 이탈되는 수치를 평준화 과정을 통해 보정계수를 도출하는 방법으로 Figure 3과 같은 결과로 도출되었고, 추세식의 R2 값(결정계수)이 0.9997-1.0로 2차 선질보정계수값이 실제 계측값에 근접한 값이라 평가 할 수 있다<Table 1>.



[Figure 3] Trend Line of Adjust Factors

[Table 1] Trend Formula and Proximity

Al (mm)	Estimate Formula ¹⁾	R2
1.5	$y = -5E-07x^4 + 2E-05x^3 - 0.0002x^2 + 0.006x + 0.012$	1
2	$y = -3E-07x^4 + 1E-05x^3 - 0.0001x^2 + 0.0049x + 0.0095$	0.9998
2.5	$y = -2E-07x^4 + 1E-05x^3 - 5E-05x^2 + 0.0038x + 0.0074$	0.9998
3	$y = -3E-07x^4 + 1E-05x^3 - 1E-04x^2 + 0.0037x + 0.0053$	0.9997
3.5	$y = -2E-07x^4 + 9E-06x^3 - 5E-05x^2 + 0.003x + 0.0042$	1
4	$y = -2E-07x^4 + 8E-06x^3 - 3E-05x^2 + 0.0027x + 0.0032$	0.9999
4.5	$y = -9E-08x^4 + 4E-06x^3 + 4E-05x^2 + 0.0021x + 0.0029$	0.9999
5	$y = -7E-08x^4 + 3E-06x^3 + 4E-05x^2 + 0.0018x + 0.0023$	0.9999

¹⁾Formula for Tune to(Adjust) Experimental Value from Breakaway Value.

[Table 2] Comparison of Beam Quality Factors

Procedure	Measure dose (mGy)	NDD-M Factor		Adjust Factor	
		Calculation (mGy)	Relative Ratio	Calculation (mGy)	Relative Ratio
Chest	0.2210	0.2529	1.1443	0.2193	0.9923
Abdomen	3.1190	3.5319	1.1324	3.1520	1.0106
Skull	2.7100	3.0675	1.1319	2.6625	0.9825
Extremity	0.3400	0.4165	1.2250	0.3429	1.0085

3.2 계측선량 비교

흉부 계측선량은 0.221 mGy, 복부 3.119 mGy, 두부 2.71 mGy, 사지 0.34 mGy로 측정 되었고, 제작한 Excel 프로그램의 계산 값과 비교한 결과 상대비는 각각 0.9923, 1.0106, 0.9825, 1.0085로 실제 계측선량과 비슷한 선량을 기록하였고, 기존 NDD-M법의 선질보정계수를 적용하여 계산한 결과 본 연구의 결과보다 오차가 높다고 분석되었다 <Table 2>.

4. 고찰 및 결론

X선 촬영에 있어 피폭선량 관리는 환자의 안전과 건강을 위한 필수 요소라 할 수 있다. 환자의 피폭선량은 의료기관마다 계측기를 구비하여 관리 할 수 있지만, 대부분 중·소병원에서는 계측기를 구비하고 있지 않기 때문에 비 계측선량 프로그램을 보급한다면 이를 일부 보완할 수 있을 것이다. 비 계측 선량측정은 실제 계측값이 아니므로 그 값의 신뢰도가 높아야 활용가치가 높다고 할 수 있다.

실제 계측값의 일치도는 비 계측 계산값의 상대비로 비교할 수 있는데, 기존 NDD-M법의 상대비(Relative Ratio)는 Chest 1.1443, Abdomen 1.1324, Skull 1.1319, Extremity 1.225, 김성철 등(2010) 연구에서의 상대비(Relative Ratio)는 Chest 0.986, Abdomen 1.034, Skull 1.052, Extremity 0.967 이었다. 본 연구에서는 선행연구의 실험방법을 재현하여 새로운 선질보정계수값 획득하였으며, 그 값을 적용한 결과 소폭이지만 오차를 줄인 결과를 보여주었고 이는 비 계측 선량측정프로그램의 유용성을 한 층 더 높였다고 할 수 있을 것이다. 이러한 결과는 선행연구와 달리 인체 등가팬텀과 Piranha 657 반도체선량계를 사

용하여 실험을 진행하여 얻은 결과라 예상된다.

본 연구에서 제작한 비 계측 선량프로그램은 환자의 검사부위별 검사조건 즉, 관전압(kVp), 관전류(mA), 촬영시간(sec), 초점 - 피부간거리(FSD), X선 관구의 필터 두께를 입력하여 환자의 입사표면선량(mGy)을 미리 추정할 수 있기 때문에 검사 전 최적의 검사조건을 설정하여 환자의 피폭선량을 경감할 수 있을 것이다. 단, 본 프로그램을 사용할 시 NDD-M을 기반으로 한 계산 값이므로 실제 사용에 있어 일부 제한점이 존재한다는 것을 감안해야 할 것이다.

본 연구는 인버터장치만 적용하였으나, 단상이나 삼상장치도 똑같이 적용할 수 있으며 향후 추가 연구를 통해 스마트폰 어플리케이션이나 컴퓨터용 계산프로그램을 제작한다면 현재보다 임상활용도는 더 높아 질 것으로 판단된다.

5. References

- [1] You Hyun Kim(2005), "Methods for Measurement of Entrance Surface Dose and Roles of Radiation technologist." Journal of Korean Society of Radiological Science, 28(3):173-191
- [2] Korea Food and Drug Administration(2007), "Guidance Level of Patient Dose Measurements", KFDA Research Report No.14.
- [3] Joon Huo, Jung Min Kim(1999). "The Relation of Overdensity to Overexposure Each Film/Screen Systems in Chest Radiography." KARA 22(1):13-20.
- [4] Sung Chul Kim, Chong Yeal Kim, Sung Min

- Ahn(2010), "Calculation Method of Entrance Skin Dose in X-ray Beam Quality Factor." The Journal of the Korea Contents Association, 10(2):258-267.
- [5] Sung Chul Kim(2009), "Improvement of Empirical Formula for Entrance Surface Dose in Diagnostic X-ray." Doctorate Thesis of Jeon-buk National University.
- [6] Jae Bok Han, Nam Gil Choi, Ho Jin Sung(2011), "Comparative Study of Radiation Exposure using Entrance Skin Dose Calculation Technique in Diagnostic X-Ray Radiography." The Journal of the Korea Contents Association, 11(12):357-363.
- [7] You Hyun Kim, Jong Hak Choi, Sung Soo Kim, Chan Hyeup Lee, Young Bae Lee, Chel Min Kim, You Hwan Oh, Pyeong Gon Jo, Dae Hyun Kang(2005), "Patient Exposure Doses from Medical X-ray Examinations in Korea." Journal of Korean Society of Radiological Science, 28(3):241-248.
- [8] You Hyun Kim(2005), "Methods for Measurement of Entrance Surface Dose and Roles of Radiation Technologist." Journal of Korean Society of Radiological Science, 28(3):173-191.

저 자 소 개

길 중 원



2013년 2월 : 건양대학교 대학원 (보건학석사)
2015년 8월 : 충북대학교 대학원 (이학박사)
현) 대전보건대학교 방사선과 겸임 교수
현) 대전선병원 영상의학과
관심분야 : Radiology, Medicine, Medical device

송 월 수



1991년 2월 : 한밭대학교 화학공학과 학사
1996년 8월 : 고려대학교 대학원 (문학석사)
2010년 2월 : 대구한의대학교 대학원 (보건학박사)
현) 대전보건대학교 방사선학과 교수

관심분야 : Radiology, Medicine, Biomedical

선 중 름



1998년 8월 : 호서대학교(전기공학석사)
2004년 2월 : 호서대학교(전기공학박사)
2004년 9월-현재 : 대전보건대학교 방사선과 교수
현) 대전보건대학교 방사선학과 학과장

관심분야 : Radiology, Digital Radiography, Electrical/Medical Engineering