

&lt;원저&gt;

## DR 시스템에서 모드 변화에 따른 구리필터의 유용성 평가

김재겸<sup>1)</sup>·김정구<sup>2)</sup><sup>1)</sup>가톨릭대학교 인천성모병원 핵의학팀 · <sup>2)</sup>한서대학교 방사선학과

## Evaluation for the Usefulness of Copper Filters according to Mode Change in Digital Radiography System

Kim Jae-Kyeom<sup>1)</sup>·Kim Jeong-Koo<sup>2)</sup><sup>1)</sup>Department of Nuclear Medicine, The Catholic University of Korea, Incheon St. Mary's Hospital<sup>2)</sup>Department of Radiological Science, Hanseo University

**Abstract** This study confirmed the usefulness of the copper filter according to the mode change by comparing and analyzing the energy change according to the application of the copper filter and the change in effective dose and image quality according to the distance to the subject in the DR(Digital Radiography) system. The average energy increased when the copper filter was applied and the reduction rate by 50% of mAs was increased as the thickness of the copper filter increased according to the application of the 10 kVp rule in AEC mode. The effective dose decreased as the thickness increased when the copper filter was applied in AEC(Automatic Exposure Control) mode and manual mode according to the application of the 10 kVp rule, and the decrease rate decreased with increasing 10 kVp increments. As a result of analyzing the dicom images for AEC mode and manual mode with Image J, the PSNR(Peak Signal to Noise Ratio) values were approximate values of less than 30 dB for each mode and for each copper filter thickness. When the copper filter was applied, the average energy increased, so when the 10 kVp rule was applied, the mAs for each mode could be reduced, and the effective dose could also be reduced. However, as the distance and tube voltage increased, the reduction rate of mAs decreased, and the quality of the image was found to decrease when the copper filter was applied, but there was no difference in quality of the image when the copper filter thickness increased.

**Key Words:** Digital Radiography(DR) system, Automatic Exposure Control(AEC), Copper filter, Effective dose, mAs

**중심 단어:** 디지털 방사선촬영 시스템, 자동노출제어, 구리필터, 유효선량, 관전류

## I. 서론

1993년 의료용 디지털 영상 및 통신 표준(Digital Imaging and Communications in Medicine; DICOM)이 제정됨에 따라 국내 의료영상 검사장비는 디지털화되어 영상획득 및 후처리가 용이하고 영상 화질을 오래 보존할 수 있으며, 저장과 전송이 자유로워졌다. 하지만 국제방사선방어위원회(International Commission on Radiological Protection;

ICRP)에서 2003년 발간된 ICRP Publication 93에 따르면 디지털 기술은 영상의학 업무를 발전시켰을 뿐만 아니라 방사선을 남용할 위험 또한 내포하고 있다고 경고하고 있다. 현재 영상의학 장비의 발전은 임상에 큰 기여를 하고 있으나 이에 따른 방사선에 의한 의료피폭 환경도 변화하고 있어, 환자에 대한 피폭 관리 개선을 위하여 국내 실정에 맞는 의료피폭 저감 목표치를 설정하여 환자들이 안심하고 일반 촬영 검사를 받을 수 있도록 선진화된 의료피폭 저감화 개

This research was supported by 2017 Hanseo University R&D Program

Corresponding author: Jeong-Koo Kim, Department of Radiological Science, Hanseo University, 46, Hanseo1-ro, Haemi-myun, Seosan-si, Chungcheongnam-do, 31962, Republic of Korea / Tel: +82-41-660-1055 / E-mail: jkkim@hanseo.ac.kr

Received 12 January 2021; Revised 15 February 2021; Accepted 21 February 2021

Copyright ©2021 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

선대책이 필요하다.

국내 의료기관에서 방사선을 사용하는 영상의학적 검사는 행위에 대한 정당성을 확보하여 의료에 사용하고 ICRP에서 권고하는 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)에 따라 최적의 영상을 얻으면서 환자가 받는 방사선 피폭을 최소화하도록 권고하고 있다[1]. 현재 의료기술의 발전과 건강증진에 대한 관심 증가로 인하여 국내 영상의학적 검사 중 일반촬영은 매년 7~9% 정도 증가하고 있으나 영상의학 검사 건수가 증가할수록 방사선량 또한 증가함에 따라 환자 피폭선량 관리에 대한 다양한 연구가 진행되었다[2-5].

현재 디지털 방사선촬영(Digital Radiography; DR) 시스템에서 디지털 영상의 향상 및 환자 피폭 저감을 위하여 부가 필터가 적용된 DR 시스템을 사용하고 있다. 필터는 여러 파장의 에너지로 구성된 다색 방사선을 여과 물질에 통과시켜 저 에너지의 광자가 환자에 도달하기 전에 미리 흡수하여 환자의 피폭선량을 감소시키고, X선의 평균 에너지를 증가시켜 주는 작용을 하여 피폭선량에 영향을 미치는 인자이다[6]. 이러한 부가 필터 중 구리필터를 적용한 DR 시스템의 디지털 영상의 향상 및 선량 저감에 관한 다양한 많은 연구가 진행되었다[7-9]. 또한, 검사자에 의한 관전압, 관전류, 자동노출제어(Automatic Exposure Control; AEC) 등의 검사 설정 변화에 따른 환자 피폭에 대응하기 위한 검사자의 노력 또한 중요하다[10-13].

따라서 본 연구에서는 DR 시스템에서 구리필터의 다양한 적용에 따른 X선 에너지 변화와 AEC 모드(mode) 및 메뉴얼 모드에서 피사체와의 거리에 따른 유효선량 및 영상의 화질 변화를 비교 분석하여 모드 변화에 따른 구리필터의 유용성을 확인하여 DR 시스템에 있어 영상 화질의 최적화와 환자 피폭 저감화를 위한 참고자료를 제공하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구 장비

본 연구에서 사용한 DR 시스템(XGEO GC80, Samsung, Korea)은 장치의 성능 객관성을 위해 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 따른 성능 검사에서 적합 판정을 받은 장치를 사용하였으며, ICRP Pub. 23에 따라 제작된 솔리드 아크릴 팬텀(SP33, IBA, Germany)을 DR 시스템의 AEC 모드와 메뉴얼 모드의 선량과 영상 평가에 이용하였다 (Table 1), (Fig. 1).

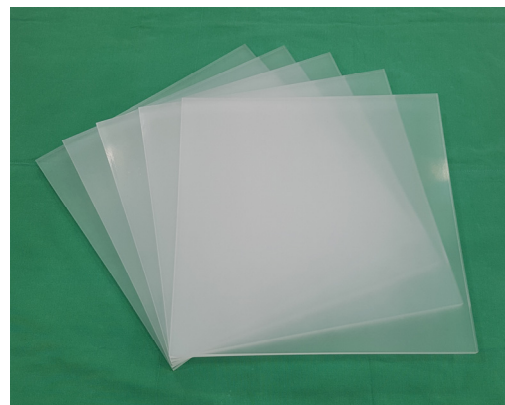


Fig. 1. Acryl phantom used for effective dose and image evaluation in DR system

X선의 에너지 스펙트럼을 모사하기 위하여 의학물리 및 공학연구소(The Institute of Physics and Engineering in Medicine)에서 제공하는 에너지 스펙트럼 프로그램인 SRS-78을 이용하였으며, X선 검사 시 환자가 받는 인체 내 장기별

Table 1. The characteristic of detector and tube in DR system

	Model	XGEO GC80
Detector	Pixel Matrix	3,000 × 3,000
	Pixel Area	429 × 429 mm <sup>2</sup>
	Pixel Pitch	143 μm
	Grayscale	16,384
	Dynamic Range	> 14,000 LSB
	Resolution	3.5 lp/mm
	Energy Range	40 - 150 kVp
Tube	Anode HU Capacity	420kJ(600 kHU)
	Target Angle	12°
	Focus	0.6/1.2 mm
	Inherent Filtration	1.1 mmAl @75 kV
	Maximum Continuous Heat Dissipation	1.08 MHU/hr

선량을 이론적으로 계산하기 위하여 몬테카를로 프로그램인 PCXMC(PC-based Monte Carlo program)를 이용하였다. 영상평가는 NIH(National Institutes of Health)에서 제공하는 Image J(ver. 1.42q) 디지털 영상분석프로그램을 이용하였다.

## 2. 분석방법

에너지 스펙트럼을 측정하기 위하여 SRS-78 프로그램을 이용하였으며, 타겟물질은 텅스텐으로 설정하였고, 에너지 스펙트럼 시뮬레이션에 사용된 관전압은 DR 시스템에서 복부 검사 시 자주 사용하는 70 kVp, 80 kVp, 90 kVp, 100 kVp로 각각 설정하였으며, 구리필터의 두께는 필터 비적용, 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm로 설정하여 에너지 스펙트럼을 시뮬레이션 하였다(Fig. 2).

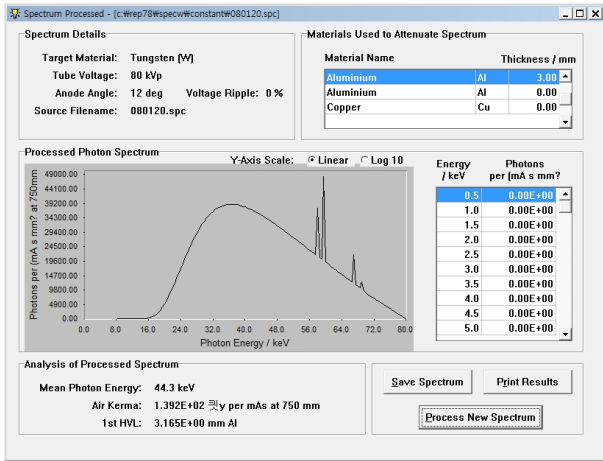


Fig. 2. SRS-78 simulation program for measuring energy spectrum

실험조건으로 10 kVp rule을 적용하기 위해 관전압 70 kVp, 80 kVp, 90 kVp, 100 kVp에 mAs를 50%씩 감소시키려 하였으나, 메뉴얼 모드에서 관전류를 400 mA로 고정하고, 10 kVp씩 증가 시 mAs가 50%씩 감소가 되지 않는 부분에 대해서는 근사값으로 설정하였다(Table 2).

Table 2. The mAs value according to tube voltage change in AEC mode and manual mode (unit: mAs)

Mode	Distance (cm)	mAs			
		70 kVp	80 kVp	90 kVp	100 kVp
AEC	110	-	-	-	-
	200	-	-	-	-
Manual	110	32	16	10	6.4
	200	64	32	20	12.8

RANDO phantom(ART-200X, Fluke biomedical, USA)의 복부를 기준으로 아크릴 팬텀 두께를 30 cm로 하였으며, DR 시스템에서 구리필터를 필터 비적용, 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm의 두께로 변화시켰다. SID는 110 cm, 200 cm로 구분하였으며, AEC 모드에서 관전압 70 kVp에서 10 kVp씩 증가시켜 100 kVp까지 5회 조사 후 평균 mAs 변화량을 측정하였다. 유효선량을 측정하기 위해 몬테카를로 프로그램인 PCXMC를 이용하여 모드 별로 거리 및 필터 두께에 따라 관전압, 관전류를 설정하고 시뮬레이션하여 유효선량을 측정하였다(Fig. 3).

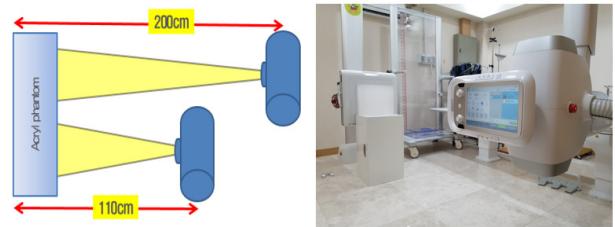


Fig. 3. Measurement of mAs and effective dose according to the change of copper filter in DR system

DR 시스템에서 구리필터의 변화에 따른 영상을 분석하기 위하여 SID 110 cm, 200 cm로 구분하여 구리 필터를 필터 비적용, 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm의 두께로 변화하였으며, AEC 모드와 메뉴얼 모드에서 획득한 디지털 영상을 Image J를 이용하여 관전압 변화에 따라 필터 비적용 영상 대비 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm 두께의 구리필터에 대한 영상의 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 분석하였다(Fig. 4).

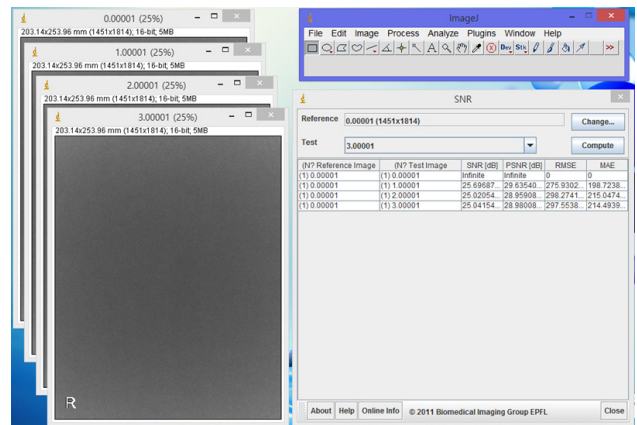


Fig. 4. PSNR measurement of image according to change of copper filter in DR system

### III. 결과

#### 1. 에너지 스펙트럼

관전압과 구리필터의 두께 변화에 따른 DR 시스템의 에너지 스펙트럼을 관측한 결과, 에너지 변화는 관전압 70 kVp에서 필터 비적용인 경우 X선 에너지는 40.5 keV이었으며, 구리필터의 두께가 0.1 mm인 경우 44.5 keV, 0.2 mm인 경우 47.0 keV, 0.3 mm인 경우 48.8 keV로 나타났으며, 구리필터의 두께가 0.1 mm씩 증가할 때마다 평균 3.60 keV 증가하였다. 관전압 80 kVp에서는 비적용 필터인 경우 X선 에너지는 44.3 keV이었으며, 구리필터의 두께가 0.1 mm인 경우에 48.6 keV, 0.2 mm인 경우에 51.3 keV, 0.3 mm인 경우는 53.3 keV로 나타났으며, 구리필터의 두께가 0.1 mm씩 증가할 때마다 평균 3.89 keV 증가하였다. 관전압 90 kVp에서는 필터 비적용인 경우 X선 에너지는 47.8 keV이었으며, 구리필터의 두께가 0.1 mm인 경우에 52.2 keV, 0.2 mm인 경우에 55.0 keV, 0.3 mm인 경우는 57.1 keV로 나타났으며, 구리필터의 두께가 0.1 mm씩 증가할 때마다 평균 4.02 keV 증가하였다. 100 kVp에서는 필터 비적용인 경우 X선 에너지는 50.8 keV이었으며, 구리필터의 두께가 0.1 mm인 경우에 55.3 keV, 0.2 mm인 경우에 58.2 keV, 0.3 mm인 경우는 60.4 keV로 나타났으며, 구리필터의 두께가 0.1 mm씩 증가할 때마다 평균 4.15 keV 증가하였다(Fig. 5).

#### 2. 유효선량

##### 1) mAs 측정

SID 110 cm에서 mAs의 변화를 확인한 결과, 관전압 70 kVp에서 구리필터 적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가할 경우에 mAs가 25%, 30%, 31%로 증가하였으며, 관전압 80 kVp에서는 mAs가 25%, 20%, 21%로 각각 증가하였다. 관전압 90 kVp에서는 18%, 18%, 23% 증가하였으며, 100 kVp에서는 17%, 16%, 14%가 증가하였다.

SID 200 cm에서 mAs의 변화는 관전압 70 kVp에서 구리필터 적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가 시 mAs가 34%, 33%, 28% 증가하였으며, 80 kVp에서 29%, 25%, 22% 증가하였다. 관전압 90 kVp에서는 mAs가 21%, 22%, 18% 증가하였으며, 100 kVp에서 17%, 21%, 18% 증가하였다(Table 3).

##### 2) AEC 모드

AEC 모드에서 구리필터의 적용에 따른 유효선량을 확인한 결과, SID 110 cm에서 유효선량의 변화는 관전압 70 kVp에서 구리필터 적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가할 경우에 유효선량의 변화는 18%, 9%, 5%로 각각 감소하였으며, 관전압 80 kVp에서는 14%, 11%, 6%로 감소하였다. 관전압 90 kVp에서는 11%, 6%, 7% 감소하였으며, 100 kVp에서 7%, 7%, 8%가 감소하였다. SID 200 cm에서 유효선량

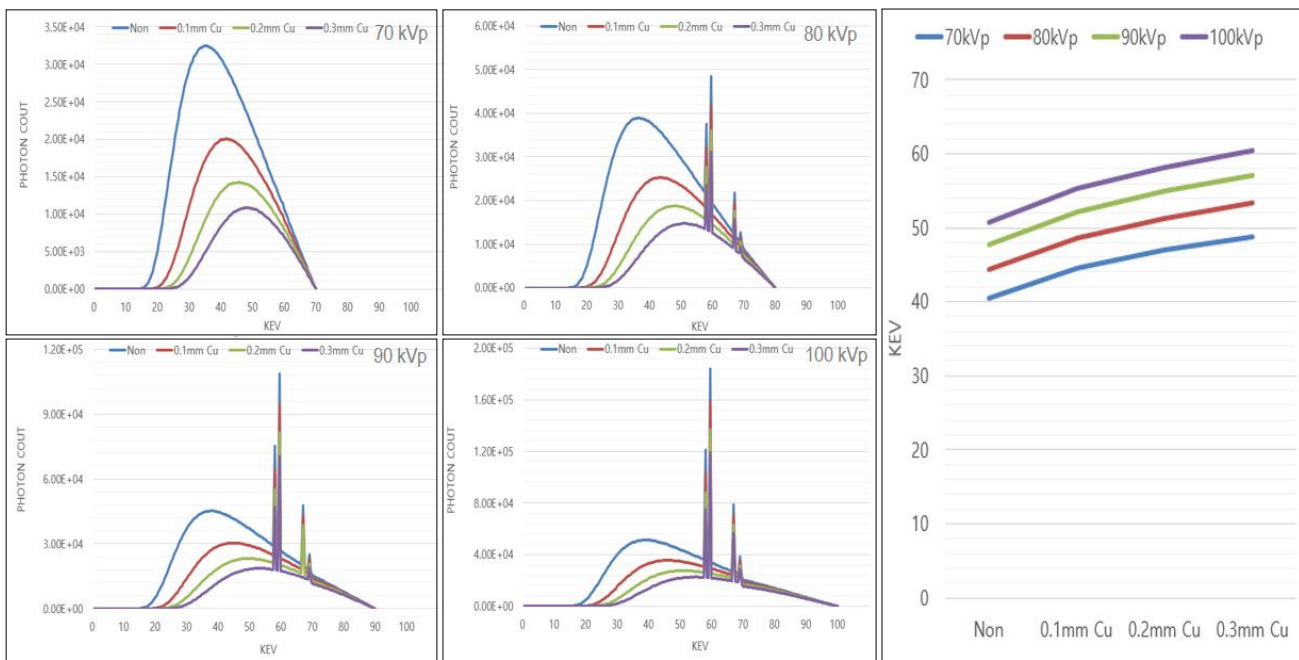


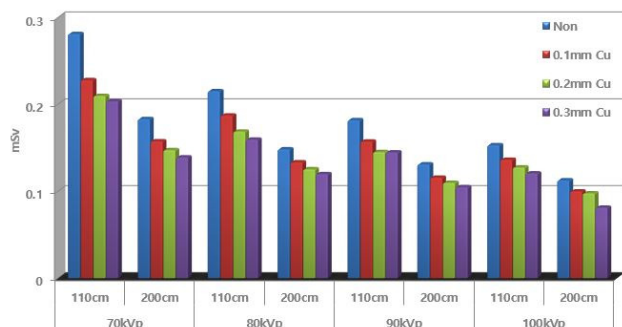
Fig. 5. The result of energy spectrum according to change of copper filter in DR system

**Table 3.** Results of mAs according to the change of copper filter in AEC mode

(unit: mAs)

kVp	Distance (cm)	Cu filter (mm)				SD
		Non	0,1	0,2	0,3	
70	110	32	40	52	68	15,66
	200	59	79	105	134	32,51
80	110	16	20	24	29	5,56
	200	31	40	50	61	12,92
90	110	9,3	11	13	16	2,88
	200	19	23	28	33	6,08
100	110	5,8	6,8	7,9	9	1,38
	200	12	14	17	20	3,50

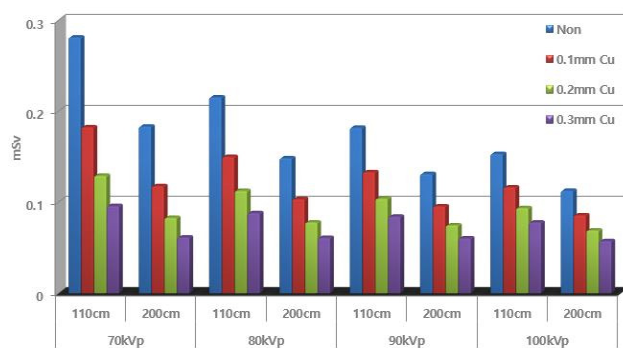
의 변화는 관전압 70 kVp에서 구리필터 적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가 시에 유효선량은 각각 11%, 6%, 7% 감소하였으며, 관전압 80 kVp에서 0.1mm에서 13%, 0.3mm에서 8% 감소하였지만 0.2mm에서는 감소하지 않았다. 관전압 90 kVp에서는 8%, 8%, 9% 감소하였으며, 100 kVp에서 0.1mm에서 9%, 0.3mm에서 20% 감소하였지만 0.2mm에서는 감소하지 않았다(Fig. 6).

**Fig. 6.** Results of effective dose according to the change of copper filter in AEC mode

### 3) 매뉴얼 모드

매뉴얼 모드에서 구리필터의 적용에 따른 유효선량을 확인한 결과, SID 110 cm에서 유효선량의 변화는 관전압 70 kVp에서 구리필터 적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가할 경우에 유효선량의 변화는 36%, 28%, 23%로 각각 감소하였으며, 관전압 80 kVp에서는 32%, 27%, 18%로 감소하였다. 관전압 90 kVp에서는 28%, 23%, 20% 감소하였으며, 100 kVp에서 20%, 25%, 11%가 감소하였다. SID 200 cm에서 유효선량의 변화는 관전압 70 kVp에서 구리필터 적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가 시에 유효선량은 각각 33%, 33%, 25% 감소하였으며, 관전압 80 kVp에서 33%, 20%, 25% 감소하였다. 관전압 90 kVp에서는 23%, 30%, 14% 감소하였

으며, 100 kVp에서 18%, 22%, 14% 감소하였다(Fig. 7).

**Fig. 7.** Results of effective dose according to the change of copper filter in manual mode

### 3. 영상분석

AEC 모드에서 구리필터의 적용에 따른 PSNR의 변화를 확인한 결과, SID 110 cm에서 PSNR의 변화는 구리필터 적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가하여 획득한 영상과 비교할 경우에 관전압 70 kVp에서 29.64 dB, 28.96 dB, 28.98 dB로 나타났으며, 관전압 80 kVp에서는 29.49 dB, 28.86 dB, 25.94 dB로 나타났다. 관전압 90 kVp에서는 29.22 dB, 29.31 dB, 29.35 dB로 나타났으며, 100 kVp에서 29.11 dB, 29.12 dB, 28.76 dB로 나타났다. SID 200 cm에서 관전압 70 kVp에서 구리필터 적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가하여 획득한 영상과 비교할 경우에 PSNR의 변화는 26.24 dB, 26.66 dB, 26.11 dB로 나타났으며, 관전압 80 kVp에서 25.51 dB, 26.03 dB, 26.34 dB로 각각 나타났다. 관전압 90 kVp에서는 25.91 dB, 26.26 dB, 26.21 dB로 나타났으며, 100 kVp에서 26.71 dB, 26.16 dB, 26.92 dB로 나타났다(Table 4).

매뉴얼 모드에서 구리필터의 적용에 따른 PSNR의 변화를 확인한 결과, SID 110 cm에서 PSNR의 변화는 구리필터



**Table 4.** Results of PSNR according to the change of copper filter in AEC mode (unit: dB)

kVp	Distance (cm)	PSNR				SD
		Non	Cu 0.1 mm	Cu 0.2 mm	Cu 0.3 mm	
70	110	reference image	29.64	28.96	28.98	0.38
	200		26.24	26.66	26.11	0.29
80	110		29.49	28.86	29.54	0.38
	200		25.51	26.03	26.34	0.42
90	110		29.22	29.31	29.35	0.07
	200		25.91	26.26	26.21	0.19
100	110		29.11	29.12	28.76	0.21
	200		26.71	26.16	26.92	0.39

**Table 5.** Results of PSNR according to the change of copper filter in manual mode (unit: dB)

kVp	Distance (cm)	PSNR				SD
		Non	Cu 0.1mm	Cu 0.2mm	Cu 0.3mm	
70	110	reference image	27.14	26.67	25.64	0.77
	200		24.34	22.76	22.37	1.05
80	110		27.58	27.76	26.63	0.61
	200		25.2	24.77	23.84	0.70
90	110		29.14	28.69	28.04	0.55
	200		25.93	25.54	25.09	0.42
100	110		28.64	28.33	27.91	0.37
	200		26.79	26.58	26.2	0.30

적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가하여 획득한 영상과 비교할 경우에 관전압 70 kVp에서 27.14 dB, 26.67 dB, 25.64 dB로 나타났으며, 관전압 80 kVp에서는 27.76 dB, 27.76 dB, 26.63 dB로 나타났다. 관전압 90 kVp에서는 29.14 dB, 28.69 dB, 28.04 dB로 나타났으며, 100 kVp에서 28.64 dB, 28.33 dB, 27.91 dB로 나타났다. SID 200 cm에서 관전압 70 kVp에서 구리필터 적용을 0.1 mm씩 0.3 mm까지 증가하여 획득한 영상과 비교할 경우에 PSNR의 변화는 24.34 dB, 22.76 dB, 22.37 dB로 나타났으며, 관전압 80 kVp에서 25.20 dB, 24.77 dB, 23.84 dB로 각각 나타났다. 관전압 90 kVp에서는 25.93 dB, 25.54 dB, 25.09 dB로 나타났으며, 100 kVp에서 26.79 dB, 26.58 dB, 26.20 dB로 나타났다(Table 5).

#### IV. 고찰

본 연구는 디지털 의료영상 시스템에서 AEC 모드와 매뉴얼 모드의 변화에 있어 구리필터 적용에 따른 에너지 변화와 피사체의 거리에 따른 mAs와 유효선량 및 영상의 PSNR을 통하여 구리필터의 유용성을 확인하였다. DR 시스템의

AEC 모드에서 10 kVp rule에 의해 mAs는 50% 감소로 선택하여야 하나, mAs를 설정할 수 없는 경우 가장 가까운 mAs를 선택하여 측정하였다.

구리필터 적용 시 평균 에너지는 증가하였으며, 관전압이 10 kVp씩 증가할 경우에 평균에너지의 증가율도 증가하였다. 구리필터를 사용하여 AEC 모드에서 10 kVp rule을 적용할 따라 mAs는 평균 51.9%, 43.6%, 39.2%씩 감소하였다. 이는 구리필터 사용 시 관전압이 10 kVp씩 증가할 때마다 평균에너지의 증가율이 증가하기 때문에 mAs의 감소율이 줄어드는 것으로 사료된다.

유효선량은 10 kVp rule 적용에 따라 AEC 모드 조건으로 PCXMC 프로그램을 이용하여 시뮬레이션한 결과, 10 kVp rule 적용에 따라 SID 110 cm에서 평균 19.5%, 14.6%, 14.2%씩 감소하였고, SID 200 cm에서 평균 15.8%, 13.3%, 15.3%씩 감소하였다. 구리필터 적용 시 0.1 mm씩 증가할 때마다 SID 110 cm에서 평균 12.3%, 8.2%, 6.3%씩 감소하였으며, SID 200 cm에서 평균 10.3%, 3.6%, 10.9%씩 감소하였다. 매뉴얼 모드에서는 10 kVp rule 적용에 따른 SID 110 cm에서 평균 15.9%, 12.9%, 8.6%씩 감소하였으며, SID 200 cm에서 평균 8.3%, 6.5%, 6.3%씩 감소하였다. 구리필터 적용 시 0.1 mm씩 증가할 때마다 SID 110 cm에서 평균 28.8%, 25.6%, 18.1%씩 감소하였으며, SID 180cm에

서 평균 27.0%, 26.4%, 19.6%씩 감소하였다. 이는 mAs가 유효선량에 영향을 미치지 때문에 AEC 모드와 매뉴얼 모드를 비교할 경우 관전압의 변화에 따라 구리필터를 적용할 경우 유사하게 감소하는 경향을 보였다. 선행연구에 의하면 AEC 모드와 비교할 때 매뉴얼 모드에서 10 kVp rule 적용 시 mAs는 더 감소한다고 하였으나[11], 본 연구에서는 mAs가 50%씩 감소가 안되는 부분에 대하여 근사값으로 설정한 제한점이 때문에 AEC 모드와 매뉴얼 모드에서 유사한 값이 나온 것으로 사료된다.

영상분석은 DR 시스템에서 아크릴 팬텀을 이용하여 각 모드별 조건으로 얻은 디지털 영상을 Image J로 분석한 결과, PSNR은 AEC 모드에서 10 kVp rule 적용에 따라 SID 110 cm에서 0.38 dB, 0.38 dB, 0.07 dB, 0.21 dB의 편차로 30 dB 이하로 나타났으며, SID 200 cm에서 0.29 dB, 0.42 dB, 0.19 dB, 0.39 dB의 편차로 30 dB 이하로 나타났다. 매뉴얼 모드에서는 10 kVp rule 적용에 따라 SID 110 cm에서 0.77 dB, 0.61 dB, 0.55 dB, 0.37 dB의 편차로 30 dB 이하로 나타났으며, SID 200 cm에서 1.05 dB, 0.70 dB, 0.42 dB, 0.30 dB의 편차로 30 dB 이하로 나타났다. 선행 연구에 따르면 PSNR이 30 dB 이상일 경우 사람의 눈으로 는 영상의 품질 차이는 구분하기 어렵다고 하였다[14]. 또한, 10 kVp rule에 의해 관전압이 증가함에 따라 영상의 품질이 저하되는 현상은 AEC 모드와 매뉴얼 모드 모두에서 관찰되었지만 유의한 통계적 차이는 발견되지 않는다고 하였으며, 구리필터를 적용한 영상의 PSNR은 모드의 형태 및 구리필터 두께에 따라 30 dB 이하로 모두 근사한 값이 나왔다[12]. DR 시스템은 기존 필름 시스템보다 영상획득 및 품질 향상과 환자 피폭선량 감소의 기대와 달리 불필요한 환자의 피폭 증가를 가져오곤 한다[15]. 따라서 DR 시스템에서 환자 피폭을 감소하기 위한 부가 인자의 설정을 활용하는 검사자의 노력이 필요할 것으로 여겨진다.

## V. 결론

본 연구는 DR 시스템의 AEC 모드 및 매뉴얼 모드에 따른 구리필터의 유용성을 확인하였다. DR 시스템에서 구리필터의 적용은 10 kVp rule 적용 시 각 모드 모두 mAs를 줄일 수 있어 DR 시스템을 이용한 방사선 검사에서 유효선량을 줄일 수 있었다. 그러나 DR 영상의 품질은 각 모드별로 구리필터의 적용 시 영상의 품질이 낮아짐을 확인하였으나, 선행연구의 결과와 유사하게 구리필터 두께의 증가에는 품질의 차이는 나타나지 않았다.

DR 시스템에서 환자 피폭을 감소하기 위하여 피폭선량에 영향이 되는 부가 인자의 설정을 활용하는 검사자의 노력이 필요하며, 환자의 피폭선량을 줄이고 양질의 영상을 얻기 위하여 적절한 구리필터 적용이 필요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- [1] KFDA, Measurement guideline of patient dose, Seoul, Korea; 2007.
- [2] Kim JM, Do GH, Kim GP, Hwang JY, Choi HJ, Kim SG. A Study on building the management system and methods of patient radiation exposure dose. National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency; 2014.
- [3] Shin SG. Reducing Methods of Patient's Exposed Dose Using Auto Exposure Control System in Digital Radiography. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2013;36(2):111-122.
- [4] Shin SI, Kim CY, Kim SC. The Study on the Reduction of Patient Surface Dose Through the use of Copper Filter in a Digital Chest. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2008;31(3):223-228.
- [5] Yoo MJ, Kim YJ, Choi SW, Choi JI. A Study on the Relationship between Service Quality of Radiation Dose Management and Customer Satisfaction, *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*. 2018;8(5):513-521.
- [6] Cho WI, Kim YK, Lee GD. Change of Dose Exposure and Improvement of Image Quality by Additional Filtration in Mammography. *Journal of Radiation Protection and Research*. 2013;38(2):78-90.
- [7] Kim SH. A Convergence Study on Evaluation of Usefulness of Copper Additional Filter in the Digital Radiography System. *Journal of Digital Convergence*. 2015;13(9):351-359.
- [8] Shin SG. Decreased of Patient Dose by Built-in Filter in Pelvis A-P Projection. *Journal of the Korea Contents Association*. 2012;12(8):233-239.
- [9] Bok GS, Kim SH. Effect of Patient Size on Image Quality and Dose Reduction after Added Filtration in Digital Chest Tomosynthesis. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2018;12(1):23-30.

- [10] Kim JJ, Jang SW, Park JH, Lee KS, Ha DY. Evaluation of Organ and Effective Dose using A PC-Based Monte Carlo Program in AEC Mode and Fix Mode for the whole spine antero-posterior radiography. Korean Journal of Digital Imaging in Medicine. 2012;14(2):23-31.
- [11] Claudia R, Joao G, Corrie K, Ana R, Chloe B, Ryan HC, et al. Image quality and dose analysis for a PA chest X-ray: Comparison between AEC mode acquisition and manual mode using the 10 kVp 'rule'. Radiography. 2014;20(4):339-345.
- [12] Luís L, Loris F, Abdulfatah A, Marloes H, Chloe M, Sadeeda N, et al. 10 kVp rule-an anthropomorphic pelvis phantom imaging study using a CR system: Impact on image quality and effective dose using AEC and manual mode. Radiography. 2014;20(3):333-338.
- [13] Kim KT, Hna MJ, Heo YJ, Kim JH, Kang SS, Park JK, et al. A Study on the Development of High-sensitivity AEC-sensor for Minimization of Dose Creep in Diagnostic Imaging System. Journal of the Korean Society of Radiology. 2016;10(5):321-325.
- [14] Lee KJ, Kim MG, Lee JW, Kim HC. Research for The Environmental Optimization of Dose and Image quality in Digital Radiography. Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers. 2013;50(2):203-209.
- [15] Shepard S, Wang J, Flynn M, Gingold E, Goldman L, Krugh K, et al. An exposure indicator for digital radiography: AAPM Task Group 116(Executive Summary). Medical Physics. 2009;36(7):2898-2914.

구분	성명	소속	직위
제1저자	김재겸	인천성모병원	방사선사
교신저자	김정구	한서대학교	교수