

Comparison of Dose and Quality of Copper and Nickel Additional Filter Plate in Diagnostic X-ray Generator

Hyun-Kyung Lee,^{1,2} Yu-Rim Go,¹ Young-Kyeong Park,¹ Dong-Kyoon Han^{1,*}

¹Department of Radiological Science, Eulji University

²Department of Radiology, Korea Medical Institute

Received: October 10, 2017. Revised: November 23, 2017. Accepted: November 30, 2017

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the difference of dose and image quality according to the material of the additional filter plate by selecting copper and nickel. First, the absorbed dose was measured using a Rando phantom setting the additional filter plates of copper and nickel None, 0.1 mm, 0.2 mm, and 0.3 mm under 120 kVp, and 6.3 mAs. Second, We acquired image according to filter thickness of copper and nickel. by changing the tube voltage of 90 kVp, 100 kVp, 110 kVp, 120 kVp and exposure indexes of 400, 800 and 1600. Third, we obtained the SNR and CNR values using the Image J program and evaluated quantitatively and then evaluated image quality. As a result, Absorbed dose measurements showed that nickel was higher than copper, and the absorbed dose decreased as the thickness increased($p < 0.05$). Furthermore, Quantitative analysis of images showed no significant difference between the two images according to change the voltage and the exposure index($p > 0.05$). In conclusion, this study confirms that the nickel addition plate can maintain the current image quality while reducing the exposure dose compared to copper.

Keyword: Nickel, Copper, AEC, EI, Radiation dose, Image quality.

I. INTRODUCTION

의료 방사선은 피폭이라는 위험 요소가 있음에도 불구하고 사용으로 인한 이익이 더 크기 때문에 현대 의학에서 필수적인 진단 기법으로 통용되고 있다. 최근 의료의 패러다임이 치료 중심에서 예방 중심으로 변화되면서 건강검진이 양성화 되고, 이에 따라 방사선을 이용한 영상 검사의 비중도 증가하게 되었다. 식품의약품안전처 발표 자료에 따르면 국내의 진단 목적 의료 방사선의 건수는 2007년 1억 6천만 건에서 연평균 35%의 가파른 증가세에 놓여 있으며 이 중 X선을 이용한 일반촬영 비중이 78%를 차지할 정도로 일반촬영 검사는 매우 빈도가 높은 검사임을 알 수 있다.^[1,2] 일반촬영은 과거 필름 증감지 시스템(Film screen system)인 아날로그 장치에서 현재 디지털 시스템(Digital system)인 디

지털 장치로 변화 하면서 적은 선량으로 양질의 화질을 얻을 수 있게 되었고 이는 DR system의 우수한 양자효율과 넓은 관용도 등의 특성 때문으로 알려져 있다.^[3,4] 하지만 방사선 피폭량에 대한 연구를 살펴보면 디지털 시스템이 아날로그 시스템에 비해 피폭량이 많을 수도 있고, 적을 수도 있다는 보고들이 있으며 또한 방사선 검사 시 엑스선 노출을 감소시킬수록 영상이 선명하지 않고 잡음이 증가하기 때문에 방사선사와 영상의학과 의사들은 상대적으로 과다노출을 선호한다는 보고도 있다.^{[5][6]} 따라서 디지털 시스템으로 전환 되었다 하더라도 여전히 방사선 피폭에 대해 주의가 필요하고 피폭 선량의 경감을 위한 노력이 필요하다. 실제로 Chest PA 검사에서 국제적인 기준과 타국가의 진단참조준위를 비교해 보았을 때 필름 증감지 시스템을 제외하고 Computed Radiology system(CR), Digital Radiology system(DR)은 국제원자력기구(IAEA)에서의 진단참조준

* Corresponding Author: Dong-kyoon Han

E-mail: handk@eulji.ac.kr

Tel: +82-31-740-7276

위 0.4mGy 보다 높게 나타났다는 보고도 있다.^[7] Chest PA 검사는 고관전압 촬영을 이용한 검사로 부가 여과판을 통해 저에너지 영역을 흡수하여 엑스선의 실효 에너지를 상승시키고 피폭선량은 감소시키는 기법을 사용한다. Arkins HL 등은 엑스선의 실효에너지를 증가시키기 위해 관전압을 더 높이는 것 보다 구리(Cu), 알루미늄(Al), 가돌리늄(Gd), 몰리브덴(Mo), 납(Pb) 등 여러 종류와 두께의 금속 부가 여과판을 삽입하는 것이 선량 감소에 효과적이라고 보고하였다.^[8] 하지만 이러한 연구는 약 30년이나 지난 연구이고 최근에는 새로운 물질의 부가 여과판을 찾는 연구들이 진행 되었고, 가장 많이 연구되는 물질로 니켈(Ni)이 있다. 김 등이 2015년 발표한 연구에서 Digital chest tomosynthesis에서 니켈을 부가 여과판으로 사용하였을 때 유효선량, DAP 선량 감소, 화질에서 가장 적합한 영상을 얻었다는 보고를 하였다.^[9] 이는 디지털 시스템의 chest PA 검사에서도 니켈이 기존의 부가 여과판 재질로 사용되어오던 구리(Cu)를 대체 할 수 있을 것으로 판단 할 수 있음을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 디지털 시스템을 갖춘 장비에서 Chest PA 검사에서 니켈과 구리의 부가 여과판의 선량과 화질을 비교 분석해 보고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 실험 기기 및 재료

본 연구에 사용된 X선 발생 장치는 Digital diagnost(Philips, Holland, Amsterdam) 장비로 R-1100-150 형식의 amorphous silicon flat panel detector pixium 4600을 사용하였다. 장비의 특성 재원은 Table 1과 같다.

부가필터는 구리와 니켈을 각 0.1, 0.2, 0.3 mm를 사용하였고 실험재료는 Fig. 1과 같다. 선량의 측정을 위해 란도팬텀(Alderson radiation therapy phantom, Radiology support devices inc, USA, california)을, 영상의 분석을 위해 흉부팬텀(Duke 07-646, Supertech inc, USA, connecticut)을 사용하였다. 선량의 측정은 유리선량계(Glass dosimeter, Chiyoda technol corporation, japan, ibaraki)를 사용하였고, 선량측정 판독기는 FDG-1000(Asahi techno glass, japan, chiba)을 사용하였다.

Table 1. Principal characteristics of digital radiograph y system.

Classification	Unit	Value
Pixel pitch	μm	143
X-ray generator voltage range	kVp	40~150
X-ray system dose	mR	0.15~3
X-ray maximum linear dose	mR	3.5
Total array	Pixel (mm)	3121×3121 (446×446)
Focal Spots	mm	0.6/1.2
DQE at 1 LP/mm	%	35
MTF at 1 LP/mm	%	52
A/D conversion dynamic range	bits	14
Anode angle	Degree	13
Normal Voltage	kV	150
Permanent filter(mmAl)	mm	2.5

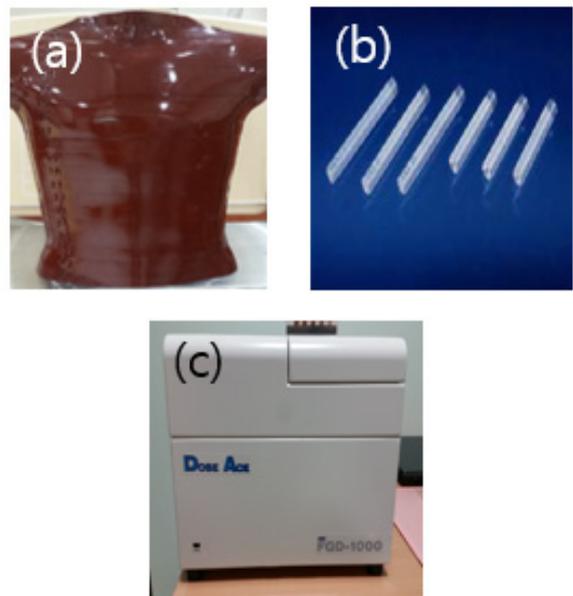


Fig. 1. Rando phantom(a), Glass dosimeter(b), Glass dosimeter reader FDG-1000(c).

2. 흡수선량 측정

첫 번째 흡수선량 측정은 흉부 X선 검사의 복잡한 해부학적 구조를 고려하여 폐 실질이 다른 구조물들과 중복되지 않도록 고려하였다. 흡수선량 측정 방법은 Fig. 2와 같다. 란도팬텀의 가슴 부위 상위 10slice, 중위 13slice, 하위 17slice 내부의 좌측과

우측, 내부 도시메트리 구멍(Dosimetry hole)의 같은 위치에 각각 두 개의 유리선량계를 삽입한 후 Chest PA 자세가 되도록 하여 X선을 조사하였다 [Fig. 2]. 조사 조건은 Film to focus distance(FFD) 180 cm, 조사야 17 × 17 인치, 120 kV, 6.3 mAs로 고정된 후 구리와 니켈 필터를 none, 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm로 변환하였다. X선 조사가 끝난 유리선량계는 선량 안정화를 위해 Pre heating장치에서 70°C, 30분간 pre heating을 실시하고 선량측정 관독기를 사용하여 선량 값을 확인하였다.

3. 관전압 변화와 노출지수 변화에 따라 부가여과판 두께 별로 얻은 영상의 화질 평가(image Quality)

두 번째 영상의 화질 평가(image Quality)에서는 관전압 변화와 노출지수 변화에 따라 각 부가 여과판 두께 별로 얻은 영상을 영상분석프로그램(Image J Ver. 1.49t, National Institutes of Health, USA, New York)으로 Fig. 2 와 같이 0.3×0.3 cm²의 Background ROI 1개 부위와 관심영역 4개 부위의 ROI를 설정하여 평균값과 표준편차를 구하여 SNR, CNR 값을 구하였다.

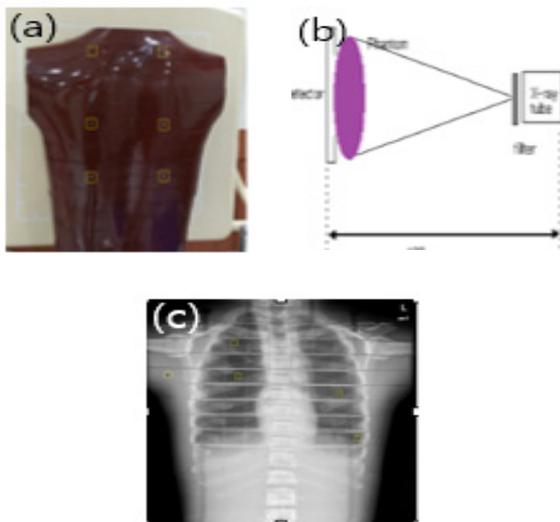


Fig. 2. Insert the glass dosimeter in the rando phantom(a), The study was chest PA with fixed conditions FFD 180 cm, 120 kVp, 6.3 mAs(b), ROI regions in chest phantom image(c).

III. RESULT

1. 구리와 니켈 부가 여과판의 흡수선량

구리와 니켈 부가 여과판의 흡수선량 측정 결과는 Table 2와 같다. 부가 여과판의 두께가 0.1 mm 일 때 니켈 280.83 μ Gy, 구리 275.33 μ Gy로 니켈이 높게 측정되었다($p < 0.05$). 부가 여과판의 두께가 0.2 mm 일 때 니켈 247.83 μ Gy, 구리 238.33 μ Gy로 역시 니켈이 높게 측정되었다($p < 0.05$). 부가 여과판의 두께가 0.3 mm 일 때 니켈은 213.67 μ Gy, 구리는 201.17 μ Gy로 니켈의 흡수선량이 높게 측정되었다($p < 0.05$).

2. 관전압(kVp)과 노출지수(EI) 변화에 따른 SNR과 CNR 측정 실험 결과

관전압(kVp)과 노출 지수(EI)변화에 따른 SNR과 CNR 측정 실험 결과는 Table 3과 같다. 노출지수(EI) 400일 때, 구리의 경우 90 kVp 0.1 mmCu에서 SNR이 19.48으로 가장 높게 측정되었고, 니켈의 경우 90kVp 0.3 mmNi에서 SNR이 18.38로 가장 높게 측정되었다. CNR은 구리의 경우 90kVp 0.1 mmCu에서 CNR이 14.76으로 가장 높게 측정되었고, 니켈의 경우 90kVp 0.3 mmNi에서 CNR이 14.12로 가장 높게 측정되었다.

노출지수(EI) 800일 때, 구리의 경우 90 kVp 0.2 mmCu에서 SNR이 16.03으로 가장 높게 측정되었고, 니켈의 경우 120 kVp 0.1 mmNi에서 SNR이 16.73으로 가장 높게 측정되었다. CNR은 구리의 경우 90 kVp 0.2 mmCu에서 CNR이 12.10으로 가장 높게 측정되었고, 니켈의 경우 120 kVp 0.1 mmNi에서 CNR이 12.19으로 가장 높게 측정되었다.

노출지수 1600일 때, 구리의 경우 90 kVp 0.2 mmCu에서 SNR이 13.67로 가장 높게 측정되었고, 니켈의 경우 90 kVp 0.2 mmNi에서 SNR이 14.40으로 가장 높게 측정되었다. CNR은 구리의 경우 90 kVp 0.3 mmCu에서 CNR이 10.04로 가장 높게 측정되었고, 니켈의 경우 90 kVp 0.1 mmNi에서 CNR이 10.48으로 가장 높게 측정되었다.[Table 3].

Table 2. Absorbed dose measurements of copper and nickel filter

Filter	region	Dose (μGy)	Filter	region	Dose (μGy)	p
None	upper	301.00	None	upper	301.00	0.05
	middle	276.00		middle	276.00	
	lower	424.50		lower	424.50	
0.1 mmCu	average	333.83	0.1 mmNi	average	333.83	
	upper	255.00		upper	262.00	
	middle	245.50		middle	239.50	
0.2 mmCu	lower	325.50	0.2 mmNi	lower	341.00	
	average	275.33		average	280.83	
	upper	220.00		upper	220.50	
0.3 mmCu	middle	216.50	0.3 mmNi	middle	223.50	
	lower	278.50		lower	299.50	
	average	238.33		average	247.83	
0.3 mmCu	upper	188.00	0.3 mmNi	upper	199.50	
	middle	178.00		middle	192.50	
	lower	237.50		lower	249.00	
	average	201.17		average	213.67	

The Nickel is more absorbed dose was greater than that of copper(p<0.05). The added filter thickness increase, the absorbed dos was reduced(p<0.05).

Table 3. SNR and CNR of the tube voltage and the EI changes

kVp	EI	400		800		1600	
	Item	SNR	CNR	SNR	CNR	SNR	CNR
90 kVp	0.1mmCu	19.48	14.76	16.00	11.66	13.52	10.00
	0.1mmNi	18.07	13.86	15.85	11.54	14.15	10.48
	0.2mmCu	18.37	13.10	16.03	12.10	13.67	9.79
	0.2mmNi	18.34	13.94	15.29	11.70	14.40	10.39
	0.3mmCu	18.20	12.76	15.53	11.87	13.51	10.04
	0.3mmNi	18.38	14.12	16.00	11.23	14.35	10.47
100 kVp	0.1mmCu	16.27	12.24	15.30	11.53	13.30	9.46
	0.1mmNi	17.90	13.59	14.55	11.09	12.37	9.19
	0.2mmCu	18.87	13.91	14.86	11.26	12.93	9.31
	0.2mmNi	16.52	12.14	14.86	11.26	12.48	8.99
	0.3mmCu	17.14	13.02	14.96	10.65	12.55	9.19
	0.3mmNi	16.11	12.56	13.97	10.76	12.33	8.77
110 kVp	0.1mmCu	16.98	12.69	14.45	11.07	13.39	9.53
	0.1mmNi	15.71	11.63	14.11	10.74	13.68	9.22
	0.2mmCu	16.75	11.65	13.62	10.48	13.55	9.33
	0.2mmNi	16.89	12.61	14.61	11.20	13.73	9.51
	0.3mmCu	16.76	11.85	13.47	10.42	12.52	8.80
	0.3mmNi	16.70	12.77	13.90	10.62	13.24	9.30
120 kVp	0.1mmCu	16.45	12.32	14.61	10.74	12.92	8.55
	0.1mmNi	16.73	12.19	16.73	12.19	12.92	8.55
	0.2mmCu	15.79	11.56	12.54	9.63	12.30	8.38
	0.2mmNi	16.31	10.32	13.53	9.38	13.00	8.66
	0.3mmCu	16.63	11.24	14.50	10.05	11.65	7.41
	0.3mmNi	16.62	11.15	12.80	8.73	11.91	7.93

EI: Exposure Index

IV. DISCUSSION

생활수준이 향상하면서 병변의 조기 진단이나 보협의 필요에 의한 건강 검진 횟수가 많아지고 있다. 그에 따라 엑스선 검사 건수 또한 증가하고 있다.^[1]

그 중, 흉부엑스선검사는 일반 엑스선검사 중 가장 촬영건수가 많은 검사로서 전체 방사선 검사의 30~60%를 차지하고 있다.^[10] 흉부는 복잡한 해부학적 구조와 질병이 다양함에 따라 영상학적 가치가 높은 흉부 엑스선 영상을 얻는데 어려움이 있다. 따라서 엑스선장치의 물리적 특성인 관전압, 관전류, 촬영시간, 여과 등을 고려하여 성능관리를 철저히 하여야 하며 동시에 엑스선 검사는 피폭으로 암유발의 위험성이 증가 된다는 점을 고려할 때 선량 관리가 또한 필요하다.^[11]

일반적으로, 진단영역의 피폭량은 매우 적기는 하지만 촬영건수가 많은 경우 치사암이 될 가능성이 있다고 시사하고 있다.^[12] 그러므로 진단영역에서 방사선피폭선량을 감소시키면서 화질을 증가시킬 수 있는 많은 방법들이 연구되어 왔다. 여러 방법들 중 하나는 부가 여과판을 사용하는 것이다. 두께가 다른 부가 여과판은 엑스선질은 변하지 않지만 강도 감소로 동일농도에 필요한 선량이 증가하게 되어, 적정 여과판을 사용할 경우 평균에너지가 높아질 뿐만 아니라 투과력도 높아지기 때문에 환자 피폭선량을 감소시킬 수 있어 많이 사용되고 있다.^[13]

Dobbins 등의 연구에서 관전압 50~150 kVp와 원자번호가 다른 필터들(Fe, Cu, Mo, Sn, Ba, Gd, W, Pb) 중 관전압 120 kVp와 원자번호 29인 구리필터를 사용하였을 경우 흉부영상의 SNR값과 tissue와 bone의 적절한 대조도를 만족시켰으며, 120 kVp와 0.2 mm의 구리필터를 사용하였을 경우 환자 선량이 25%를 감소시킬 수 있다고 하였다.^[14] Okka 등의 연구에서는 20 kVp와 0.3 mm 구리필터를 사용하였을 때 부가필터를 사용하지 않았을 때 보다 영상의 질 저하 없이 30%의 선량감소효과가 있다고 보고하였다.^[15] 또한 연 등의 연구에서는 (Flat Panel Detectors)FPDs기반에서 관전압 120 kVp와 0.3 mm 구리 부가 여과판을 조합하여 흉부촬영 영

상을 얻을 때 부가 여과판을 사용하지 않았을 때와 비교하여 영상의 질 저하 없이 Effective dose는 41%, ESD는 42%이상의 선량이 감소되었다고 하였고 보고하였다.^[16] 김 등의 연구 구리와 원자번호가 비슷한 원자번호 28인 니켈은 구리와 비슷한 조사선량 값을 보였고, 구리, 알루미늄, 니켈의 3개 필터 중 가장 낮은 DAP값과 유효선량 값이 나타났으며, 화질평가에서도 다른 필터들과 유의한 차이를 보이지 않았다.^[17] 김의 연구에서는 니켈이 양질의 스펙트럼을 나타내며 고 에너지, 필터 물질이 두꺼울수록 흡수선량의 값도 구리와 격차가 작아지며 감도 값 설정을 통하여 모든 값에서 우수하게 나왔다고 보고하였다.^[18] 이의 연구에서는 120 kVp의 실험에서 실험 재료 중 가장 우수한 여과기 재질은 니켈이었고, 니켈은 표면선량감소율이 40~50%로 상당히 우수하면서 알루미늄에 비하여 2~3배의 완만한 tube load 증가율을 보이므로 사용된 재질 중에서 부가 여과판 효과가 가장 우수하였다고 보고하였다.^[19] 또한 김 등의 연구에서는 디지털 흉부단층합성법(Digital chest tomosynthesis, DTS)에서 0.3 mmCu, 3 mmAl, 0.3 mmNi 부가 여과판을 사용하여 DAP값을 측정할 결과 필터를 사용하지 않았을 때보다 각각 약 65.9%, 62.5%, 72.9%로 니켈에서 가장 많은 선량이 감소되었다고 보고하였다.^[17]

따라서 본 연구에서는 검출기 효율이 우수한 DR 시스템에서는 선량 변화에 대하여 더 안정된 감도를 나타내고 최소의 선량 증가에도 영상의 유용한 대조도를 형성하여 화질의 향상에 쉽게 도달할 수 있다는 결과에 기인하여 관전압 변화와 노출지수의 변화에 따른 선량감소와 화질향상에 대하여 구리와 니켈 부가 여과판을 비교 연구하였다. 먼저 구리와 니켈에 투과되는 선량을 알아보기 위해 인체모형 팬텀을 이용하여 투과되는 흡수선량의 차이는 니켈에서 흡수선량이 높게 나왔으며 필터물질이 두꺼워질수록 흡수선량은 감소하였다. 결론적으로 구리와 니켈 필터물질의 투과 흡수선량의 차이를 확인할 수 있었다. 흡수선량이 높다는 것은 여과물질에 의해 엑스선의 평균에너지가 높아지고, 저에너지 엑스선은 흡수시키고 고에너지 부분만 통과하여 영상을 형성하기 때문에 환자의 피폭선

량을 감소시킬 수 있다.

엑스선검사의 목적은 최소의 선량으로 고화질의 영상으로 진단에 필요한 결과를 얻어야 한다. 임상에서는 동일한 촬영 부위에 같은 두께라 하더라도 엑스선의 흡수 정도의 차이에 따라 항상 같은 농도의 영상을 형성하지 못한다. 따라서 서로 다른 영상들 사이에서 질적인 변화를 감소시키고, 영상의 질을 일정하게 유지하여 노출의 적정화를 통해 선량을 감소시키고자 자동노출제어(AEC)를 사용한다.^[20]

디지털 엑스선 장비는 아날로그 방식과 달리 넓은 노출지수를 갖는다. 넓은 노출지수는 적은 선량으로 영상의 화질저하 없는 검사가 가능하다. 박의 연구에서는 디지털 흉부 엑스선 검사에서 133 kVp, 2 mAs를 109 kVp, 2 mAs로, 133 kVp, 4 mAs를 109 kVp, 4 mAs로 조절하면 영상의 질 저하 없이 방사선 피폭선량을 줄일 수 있었다고 보고하였다.^[21] Madani 등의 연구에서는 관전압을 고정시키고 관전류를 줄여 피폭선량을 감소시켜 Chest CT 영상을 비교할 때 약 20%정도까지 관전류를 줄여도 병변을 비교하는데 의미 있는 차이를 보이지 않는다는 연구결과가 있었으며 이때 피폭선량은 기준치의 약 17% 감소시킬 수 있었다고 보고하였다.^[22] 또한 Waaijer 등의 연구에서는 CT 혈관조영술에서 동일한 피폭선량에서 관전압을 줄이고 그에 해당하여 적절하게 관전류를 증가시키면 SNR이 증가하여 영상의 질이 좋아진다고 보고하였다.^[23] 흉부 X선 검사는 고 에너지를 사용하기에 흡수선량이 높다는 것은 여과물질에 의해 X선의 평균에너지가 높아지고, 저에너지 X선을 흡수시키고 고에너지 X선만 통과하여 영상을 형성하기 때문에 환자의 피폭선량을 감소시킬 수 있다.^{[17][19]} 부가 여과판은 모든 저에너지 광자를 흡수하고 고 에너지 광자를 투과시키는 것이 좋은 여과 물질이라 할 수 있으므로 저에너지 광자와 광전반응을 일으켜 저에너지 방사선을 흡수할 수 있는 물질을 사용한다. 일반적으로 부가 여과판은 단독으로 사용하지 않고 알루미늄과 같이 사용하게 되며 저에너지에서 발생하는 특성 X선은 피폭선량을 증가시키게 되는데 이는 알루미늄 부가 여과판이 흡수하여 환자의 피폭선

량을 감소시키게 된다. 이에 본 연구에서 구리, 알루미늄, 니켈 필터 중 DAP 값과 유효선량 평가에서 니켈이 가장 낮았고, 화질 평가에서 다른 필터들과 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 니켈이 양질의 스펙트럼을 나타낼 수 있고 고 에너지, 필터 물질이 두꺼울수록 흡수선량 값도 구리와 큰 차이를 보이지 않으며 감도 값 설정을 통하여 모든 값에서 우수한 결과를 확인하였다.

V. CONCLUSION

본 연구에서 관전압 변화와 노출지수 변화에 따른 SNR과 CNR은 관전압이 올라갈수록, 노출지수가 높아질수록 SNR과 CNR이 구리보다 니켈이 우수하였다. 니켈은 기존의 부가 여과판 물질과 비교하여 부가 여과판 으로서의 대체가 가능할 것으로 보이고, 디지털엑스선장치의 장점인 자동노출제어(AEC), 노출지수(EI)를 이용하여도 구리보다 니켈이 더 적은 선량으로 향상된 화질의 영상을 얻을 수 있었다. 노출지수가 높을수록, 부가 여과판의 두께가 두꺼울수록 SNR과 CNR이 좋은 영상을 얻을 수 있었다. 흉부엑스선 검사는 가장 기본적인 검사이며 가장 많이 촬영하는 검사로서, 이에 고관전압을 사용하는 흉부엑스선검사에서 영상의 질 향상과 환자들의 피폭선량을 줄일 수 있는 검사부위에 따른 특성화 된 니켈 부가 여과판을 부착한 장비를 제작할 수 있을 것으로 기대된다.

Reference

- [1] J. H. Hwang, K. H. Lee, Y. B. Choi, B. S. Kang, "Effectiveness evaluation of the tube voltage measurement by using additional filter," *Journal of radiological science and technology*, Vol. 38, No. 4, pp. 355-363, 2015.
- [2] M. Ganten, B. Radeleff, A. Kampschulte, MD. Daniels, GW. Kauffmann, J. Hansmann, "Comparing image quality of flat-panel chest radiography with storage phosphor radiography and film-screen radiography," *American Journal of Roentgenology(AJR)*, Vol. 181, No. 1, pp. 171-176, 2003.
- [3] R. T. M. Van Soldt, D. Zweers, L. van den Berg, J. Geleijns, J. T. Jansen, J. Zoetelief, "Survey of poster

- oanterior chest radiography in The Netherlands: patient dose and image quality," *The British Journal of Radiology*(BRIT J RADIOL), Vol. 76, No. 6, pp. 398-405, 2003.
- [4] C. E. Willis, "Strategies for dose reduction in ordinary radiographic examinations using CR and DR," *Pediatric Radiology*(PEDIATR RADIOL), Vol. 34, No. 3, pp. 196-200, 2004.
- [5] S. K. Jang, "DAP measurement and patient dose analysis for diagnostic digital radiography system and film-screen system," Korea University, 2012.
- [6] A. D. Wrixon, "New ICRP recommendations. Journal of radiological protection," Vol. 28, No. 2, pp. 161-168, 2008.
- [7] ICRP, "The evolution of system of radiological protection," International commission on radiological protection(ICRP), Vol. 23, No. 2, pp. 129-142, 2003.
- [8] H. L. Arkins, R. G. Fairchild, J. S. Robertson, D. Greenburg, et al, "Effect of absorption edge filters on diagnostic X-ray spectra," *Radiology*, Vol. 115, No. 2, pp. 431-437, 1975.
- [9] M. Y. Kim, "Study for Optimal exposure condition of General Chest Projection using Film, CR, DR," International University of Korea(IUK), 2012.
- [10] ICRP, "Radiological Protection and Safety in Medicine," Pergamon Press, Oxford, Vol. 73, No. 9, 1996.
- [11] L. J. Krof, W. J. Veldkamp, B. J. Mertens, J. P. van Delft, J. Geleijns, "Detection of simulated nodules on clinical radiographs: dose reduction at digital posteroanterior chest radiology," *Radiology*, Vol. 241, No. 2, pp. 392-398, 2006.
- [12] A. B. d. González, S. Darby, "Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries," *Lancet* Vol. 363, No. 9406 pp. 345-351, 2004.
- [13] J. Heo, C. G. Kim, I. J. Lee, H. S. Shin, J. C. Park, H. S. Kang, B. S. Ahn, "A study on the effect of rare earth screen filter. Journal of Radiological Science and Technology Vol. No. 11, pp. 17-23, 1988.
- [14] J. T. Dobbins, E. Samei, H. G. Chotas, et al, "Chest radiography: optimization of x-ray spectrum for cesium iodide-amorphous silicon flat-panel detector," *Radiology*, Vol. 226, No. 1, pp. 221-230, 2003.
- [15] W. H. Okka, B. S. Claude, S. Michael, et al, "Chest radiography with a flat-panel detector: Image quality with dose reduction after copper filtration," *Radiology*, Vol. 237, No. 2, pp. 691-700, 2005.
- [16] G. J. Yeon, "Flat-panel Digital Radiography of the Chest: comparison patient dose, image quality and DQE using copper Filter," Korea University, 2012.
- [17] K. S. Kim, S. C. Kim, "Comparison of effective dose and Image Quality by additional in Digital Chest tomosynthesis," Vol. 38, No. 4, pp. 347-353, 2015.
- [18] S. H. Kim, "The effect of x-ray filter materials in the skin dose and tube loading at x-ray examinations," Eulji University, 2015.
- [19] M. Y. Lee, "The effect of x-ray filter materials in the skin dose and tube loading at x-ray examinations," Korea University, 2005.
- [20] J. S. Lee, S. J. Ko, S. S. Kang, J. H. Kim, H. H. Park, D. H. Kim, C. S. Kim, "Evaluation of Image Quality for Diagnostic Digital Chest Image Using Ion Chamber in the Total Mastectomy," *The Journal of the Korea Contents Association*(JKCA), Vol. 13, No. 3, pp. 204-210, 2013.
- [21] B. R. Park, "The Comparative Study of Image Quality and Radiation Dose with Changes of Tube Voltage and Current in Digital Chest Radiography," Kyung Hee University, 2007.
- [22] A. Madani, V. De Maertelaer, J. Zanen, P. A. Gevenois, "Pulmonary emphysema: radiation dose and section thickness at multidetector CT quantification-comparison with macroscopic and microscopic morphology," *Radiology*, Vol. 243, No. 1, pp. 250-257, 2007.
- [23] A. Waaijer A, M. Prokop, B. K. Velthuis, C. J. Bakker, G. A. De Kort, M. S. Van Leeuwen, "Circle of Willis at CT angiography: dose reduction and image quality-reducing tube voltage and increasing tube current settings," *Radiology*, Vol. 242, No. 3, pp. 832-839, 2007.

진단용 엑스선 발생장치에서 부가 여과판에 따른 선량과 화질 비교

이현경,^{1,2} 고유림,¹ 박영경,¹ 한동균^{1,*}

¹울지대학교 방사선학과

²한국의학연구소 영상의학과

요 약

본 연구는 부가 여과판의 재질로 구리와 니켈을 선정하여 각 물질에 따라 선량과 화질의 차이를 비교 평가하였다. 먼저, 선량에 대한 실험은 흡수선량 측정으로 란도 팬텀을 이용하여 구리 및 니켈의 부가 여과판을 None, 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm로 변화시켜 설치하고 120 kVp, 6.3 mAs의 조건으로 조사하였다. 두 번째로, 관전압 변화와 노출지수 변화에 따라 부가 여과판 두께별로 얻은 영상을 Image J 프로그램을 이용하여 SNR과 CNR값을 구하여 영상을 평가 하였다. 흡수선량 측정은 니켈이 구리보다 높게 나왔으며, 두께가 증가할수록 흡수선량은 감소하였다($p < 0.05$). 관전압이 증가와 노출지수 변화에 대해서도 두 영상에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 결론적으로 본 연구는 부가 여과판에서 니켈은 기존의 구리에 비해 피폭선량을 감소하면서도 현재의 영상의 질을 유지할 수 있는 물질임을 알 수 있다.

중심단어: 니켈, 구리, 자동노출제어장치, 노출지수, 선량, 화질