

<원저>

인터벤션 시 방사선조사 조건에 따른 선량감소
: 면적선량과 영상화질 변화를 중심으로- Dose Reduction According to the Exposure Condition in Intervention Procedure
: Focus on the Change of Dose Area and Image Quality -¹⁾경희대학교병원 영상의학과·²⁾신구대학교 방사선과황준호¹⁾·정구민¹⁾·김현수²⁾·강병삼²⁾·이경배¹⁾

— 국문초록 —

본 연구는 NEMA Phantom을 사용하여 관전류량 변화에 따른 면적선량과 영상화질의 분석을 통해 선량을 감소할 수 있는 방법을 제시하고자 하였다. 인터벤션의 특성상 중요한 화질평가 항목인 공간 분해능, 저 대조도 분해능과 함께 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR), 대조도 대 잡음비(Contrast to Noise Ratio; CNR)를 평가 기준으로 하였고, 관전압은 80 kVp로 고정하고, 관전류량을 20, 30, 40, 50 mAs로 변화시켜 면적선량과 영상화질을 비교분석하였다. 그 결과 관전압을 고정된 상태에서 면적선량은 조건이 증가함에 따라 1,066 mGycm²에서 6,160 mGycm²으로 약 6배까지 증가하였고, 공간분해능과 저 대조도 분해능은 20 mAs, 30 mAs에서 평가기준보다 높게 관찰되었으나 40 mAs는 공간 분해능, 50 mAs에서는 공간 분해능과 저 대조도 분해능이 평가기준 이하로 관찰되었다. 또한 SNR과 CNR은 30 mAs까지는 증가하다 40 mAs에서 다소 증가하기는 하였으나 이전과 큰 차이가 없었고, 50 mAs에서는 감소하는 경향을 보였다. 결론적으로 관전류의 과잉노출로 피폭선량이 증가하고, 공간 분해능, 저 대조도 분해능, SNR, CNR 모든 영역에서 영상화질이 저하된다는 것을 알 수 있었고, 적절한 관전류량의 설정으로 인터벤션에서 피폭선량을 줄이고 영상화질을 충분히 개선할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

중심 단어: NEMA Phantom, 인터벤션, 정도관리, 면적선량, 영상화질, 피폭선량

I. 서 론

영상의학검사실에서 디지털 방사선검사(Digital Radiography; DR), 인터벤션 방사선검사(Interventional Radiography; IVR)와 같은 방사선 발생장치의 도입은 진단방사선영역에서 일반촬영, 인터벤션 등에 넓게 적용되어 다양한 질병의 진단과 치료에 기여하고 있다. 그에 따른 활용도를 높이기 위해 장비를 이용한 임상적, 공학적 특성에 초점을 맞춘 연구가 진행되고 있으며 공학적 특성에 대한 연구는 정도관리와 방사선량, 영상

화질 등에 관련된 연구가 대표적이다[1-8]. 그 중 인터벤션에 사용되는 방사선 발생장치의 경우 일반촬영과는 다르게 장시간 정격으로 연속허용부하를 사용해서 다른 장비에 비해 노후화가 빠르게 진행되기 때문에 정도관리를 통한 선량평가와 영상화질 평가가 특히 중요하다고 할 수 있다[9-12].

방사선 방호의 관점에서 볼 때 인터벤션의 선량평가는 면적 선량계(Dose Area Product; DAP meter)를 통해 장기 전체의 선량의 합을 측정하여 확률적 영향의 평가에 이용하고 있으며 [11,13], 방사선 영역에서 영상화질 평가는 공간 분해능(Spatial

resolution), 저 대조도 분해능(Low contrast resolution), 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR), 대조도 대 잡음비(Contrast to Noise Ratio; CNR)를 이용해 평가하고 있다[10,13,14].

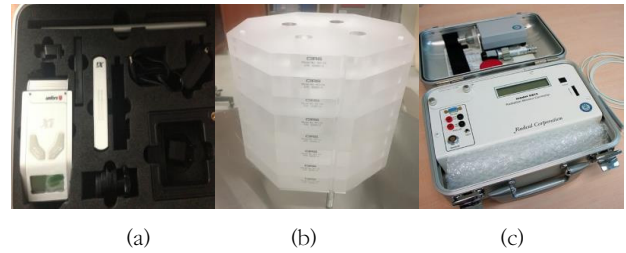
인터벤션의 경우에는 NEMA Phantom을 이용하여 정도관리와 영상화질을 평가하고 있으며 NEMA Phantom은 각각의 번호를 가진 2.5 cm 두께의 슬라이스가 분리된 형태로써 슬라이스조합을 통해 인체기준의 두께로 다양한 조합이 가능하고 팬텀에 삽입된 MTF (Modulated Transfer Function) 차트로 공간 분해능, 25, 50, 100, 200 mg/cc 네 곳으로 저 대조도 분해능을 간단하게 측정가능하다는 특징을 가지고 있다 [11,12]. 이를 통해 국내에서는 면적선량계와 NEMA Phantom을 이용하여 인터벤션에 사용되는 방사선 발생장치의 정도관리 및 성능평가 기준을 마련하고[11, 13], 다양한 시술과 질병형태에 따른 면적선량을 분석하고 수치화하여 환자의 선량을 줄이려는 다양한 연구를 진행하고 있다[13, 15, 16]. 그럼에도 불구하고 기존 연구들은 다양한 시술들의 면적선량 값을 제시하고 영상화질평가 대한 사항을 권고하는 수준으로 끝나는 것이 대부분이었으며, 피폭선량과 영상화질의 상관관계를 객관화된 수치로 나타내어 선량을 감소하는 방안을 연구한 것은 미흡한 실정이라 할 수 있다[12,13,15,16].

이에 착안하여 본 연구는 인터벤션 시술 시 NEMA Phantom을 이용하여 촬영조건의 증가에 따른 면적선량의 변화와 그에 따른 공간 분해능, 저 대조도 분해능, SNR, CNR의 비교분석을 기준으로 하여 선량과 영상화질의 관계를 객관화된 수치로 제시하고 선량 저감화를 위한 기반을 마련하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 조사대상 및 실험기기

실험은 2017년 7월 1일부터 19일까지 진행하였고, A병원에서 사용 중인 Philips 사의 Single plane 형태의 방사선 발생장치 ALLURA XPER FD 20을 사용하였으며, 검출기는 평판형 검출기(Flat Panel Detector; FPD)였다. 실험대상은 복부를 기준으로 30회 영상을 획득하여 실험하였다. 선량계



[Fig. 1] (a) Unfors Xi meter (b) NEMA standard XR-21 Phantom (c) Ion chamber radcal 9015

는 다목적 선량계 Unfors Xi meter (Unfors, Sweden)를 이용하여 기본적인 선질과 관련된 항목인 관전압, 반가층을 측정하였고 팬텀은 인터벤션의 정도관리와 영상화질평가에 이용하는 NEMA Standard XR-21 Phantom (National Electric Manufacturers Association, USA)을 사용하였다. 또한 장시간 정격에 따른 입사표면선량률을 측정하기 위한 용도로 Ion chamber인 Radcal 9015 (Radcal, USA)를 사용하였다 [Fig. 1].

2. 실험방법

1) 다목적 선량계 및 NEMA Phantom을 이용한 장비의 정도관리 평가

실험에 앞서 장비의 백분율 평균오차(Percentage Average Error; PAE)를 통한 관전압의 재현성, 반가층으로 기본적인 방사선질을 평가하였다. 그리고 중심선속일치, 공간 분해능, 저 대조도 분해능, 입사표면선량률, 와이어 분해능을 평가하였다. 인터벤션의 정도관리는 일반적인 항목과 함께 중심선속일치, 공간 분해능, 저 대조도 분해능, 입사표면선량률, 와이어 분해능과 같은 항목도 평가되어야 하기 때문이다. 방사선 측면에서 촬영조건은 SCA&I (The Society for Cardiovascular Angiography and Intervention)에서 설정한 기준인 80 kVp, 20 mAs를 사용하였다. 검사조건은 SID (Source Image Distance)를 100 cm, Field Size는 48 cm²으로 고정하였다 <Table 1>.

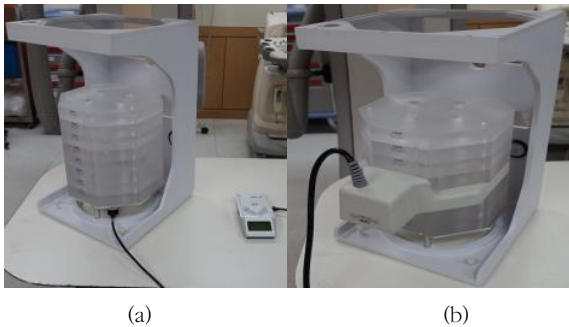
이때의 RAO (Right Anterior Oblique), LAO (Left Anterior Oblique), CRA (Cranial), CAU (Caudal)는 0°이었다. 팬텀은 복부두께를 기준으로 각각의 슬라이스를 위에서 아래로 5-5-4-2-1-3-5-6 순으로 조합한 후 검출기에

[Table 1] Examination condition settings

Examination site	Exposure	Exposure condition (kVp, mAs)	Field Size (cm ²)	SID (cm)
Abdomen (Slice number 5-5-4-2-1-3-5-6)	Manual exposure	80, 20	48	100



[Fig. 2] NEMA Phantom's diagonal arrangement between tube and detector



[Fig. 3] (a) Evaluation of reproducibility of tube voltage, HVL and (b) wire resolution

대각선 방향으로 배치시켰다[Fig. 2].

관전압의 재현성과 반가층은 다목적 선량계를 팬텀 하단부와 튜브 사이에 위치시킨 후 순간촬영을 통해 30회 측정된 평균치로 평가하였다. NEMA Phantom으로 인터벤션의 정도관리 항목도 평가하였으며, 와이어분해능은 1번 슬라이스를 와이어 분해능 측정 장비로 교체한 후 평가하였다[Fig. 3].

2) 면적선량계를 통한 선량측정

선량측정은 장비에 내장된 면적선량계를 통해 측정하였다. 순간촬영으로 관전압은 80 kVp로 고정하고 관전류는 20, 30, 40, 50 mAs로 변화시켜 실험하였다. 변화된 조건 별로 30회씩 실시하여 나온 결과의 평균과 표준편차로 선량을 구하였다.

3) 조건 변화에 따른 공간 분해능과 저 대조도 분해능의 화질 평가

조건 변화에 따른 공간 분해능, 저 대조도 분해능을 평가하였다. 공간분해능과 저 대조도 분해능은 변화된 조건에서의 육안평가를 순간촬영을 기준으로 판독용 모니터로 120 cm 거리에서 3인 이상이 관찰하여 나온 평균과 표준편차로 평가하였다.

4) 조건 변화에 따른 SNR과 CNR의 평가

SNR과 CNR의 평가에 이용한 영상은 DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)파일을 전송한 것을 사용하였다. 영상화질은 조건 변화에 따라 30회씩 촬영한 영상을 Image J (Wayne rasband National institute of health, USA)를 통한 평균치과 표준편차로 평가하였다. 조건 변화에 따른 SNR과 CNR을 평가하기 위해 직사각형의 관심영역(region of interest)을 25, 100 mg/cc는 $0.7 \times 0.6 \text{ cm}^2$ 로 50, 200 mg/cc는 $0.6 \times 0.7 \text{ cm}^2$ 으로 저 대조도 분해능의 측정이 가능한 25, 50, 100, 200 mg/cc 부분에 각각 설정하였으며, 백그라운드 표준편차는 영상우측의 하단에 설정하였다. 식 (1)과 (2)를 사용하여 화질을 평가하였으며, 이때의 pixel size는 264 um이고 25, 100 mg/cc의 pixel number는 26×23 , 50과 200 mg/cc의 pixel number는 23×26 이었다[Fig. 4].

$$SNR = \frac{\text{mean value of ROI}}{SD \text{ of } BG} \quad \text{식 (1)}$$

* mean value of ROI : 관심영역 신호강도 평균

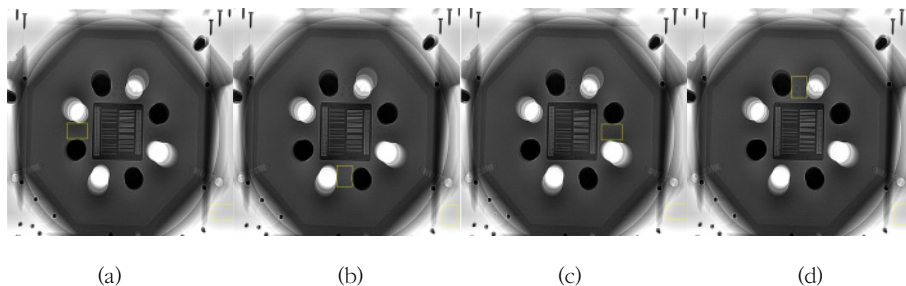
* SD of BG : 백그라운드 표준편차

$$CNR = \left| \frac{(BG SI_{avg} - ROI SI_{avg})}{SD \text{ of } BG} \right| \quad \text{식 (2)}$$

* BG SIavg : 백그라운드 신호강도 평균

* ROI SIavg : 관심영역 신호강도 평균

산출한 데이터는 SPSS (Statistical Package for the



[Fig. 4] Analyze the low contrast resolution's SNR and CNR of (a) 25, (b) 50, (c) 100, (d) 200 mg/cc

Social Science, USA) program을 통하여 paired *t*-test 시행하였고 *p*<0.05로 통계적 유의성을 분석하였다.

III. 결 과

1. 다목적 선량계 및 NEMA Phantom을 이용한 장비의 정도관리

관전압은 80 kVp로 고정하고, 다목적 선량계를 이용하여 조건변화에 따라 각각 30회 측정된 관전압의 백분율 평균오차와 반가층은 20 mAs일 때 -1.25%, 3.4 mmAl, 30 mAs일 때 -1.87%, 3.5 mmAl, 40 mAs일 때 -1.25%, 3.6 mmAl, 50 mAs일 때 -2.5%, 3.6 mmAl이었다<Table 2>.

그리고 촬영조건 80 kVp, 20 mAs에서 방사선 발생장치의 중심선속일치, 공간 분해능, 저 대조도 분해능, 입사표면선량률, 와이어 분해능을 평가하였다. 선속일치는 Acceptable, 공간 분해능과 저 대조도 분해능은 3인 이상이 120 cm 거리에서 모니터 판독을 한 결과 1.6 lp/mm, 100 mg/cc, 입사표면 선량률은 10 R/min 이하였고, 와이어 분해능은 정지 시 0.009 inch, 회전 시 0.012 inch가 관찰되었다<Table 3>, [Fig. 5].

2. 면적선량계를 통한 선량측정

관전압은 80 kVp로 고정하고, 장비에 내장된 면적선량계로 30회 면적선량을 측정된 결과의 평균과 표준편차는 20 mAs일 때 1,066 mGycm²와 46.1, 30 mAs일 때 2,311 mGycm²와 72.7, 40 mAs일 때 3,784 mGycm²와 62.5, 50 mAs일 때 6,160 mGycm²와 87.1로 나타났다<Table 4>.

3. 조건 변화에 따른 공간 분해능과 저 대조도 분해능의 화질

조건 변화에 따른 공간 분해능과 저 대조도 분해능과 각각의 표준편차를 측정된 결과 20 mAs에서 1.6 lp/mm, 100 mg/cc, 0.1, 38.7, 30 mAs에서 1.6 lp/mm, 100 mg/cc, 0.1, 33.1, 40 mAs에서 0.6 lp/mm, 200 mg/cc, 0.11, 0로 나타났고, 50 mAs에서는 공간 분해능과 저 대조도 분해능은 관찰되지 않았다<Table 5>.

4. 조건 변화에 따른 SNR과 CNR

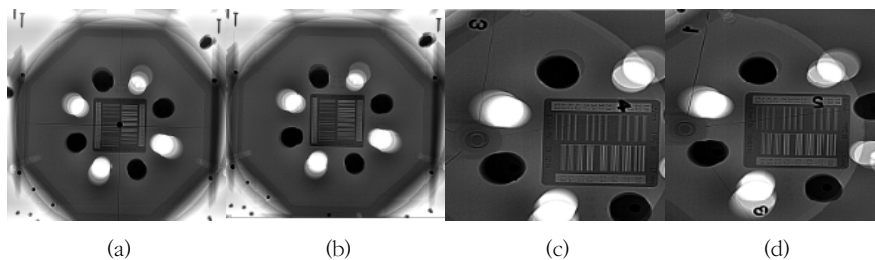
관전압을 80 kVp로 고정하고, 관전류량을 변화시켜 30 회 측정된 SNR과 CNR의 평균과 표준편차는 20 mAs에서

<Table 2> Reproducibility of tube voltage and half value layer according to condition change

Condition		Exposure	PAE (%) (n = 10)	Half Value Layer (mmAl) (n = 10)
kVp	mAs			
80	20	Spot and Manual exposure	-1.25	3.4
	30		-1.87	3.5
	40		-1.25	3.6
	50		-2.5	3.6

<Table 3> Alignment test, spatial resolution, low contrast resolution, phantom entrance dose, wire resolution

Condition		Exposure mode	Alignment test	Spatial resolution (lp/mm)	Low contrast resolution (mg/cc)	Phantom entrance dose (R/min)	Wire resolution (inch)	
kVp	mAs						Static	Moving
80	20	Spot	Acceptable	1.6	100	5.51	0.009	0.012



[Fig. 5] Visual test (a) Alignment test, (b) spatial resolution and low contrast resolution, (c) static wire resolution (d) moving wire resolution

〈Table 4〉 Dose area product and standard deviation

Exposure type	Condition		DAP (mGycm ²)	Standard deviation
	kVp	mAs		
Spot	80	20	1,066	46.1
		30	2,311	72.7
		40	3,784	62.5
		50	6,160	87.1

〈Table 5〉 Spatial resolution, low contrast resolution, standard deviation according to condition change

Condition		Spatial resolution (lp/mm)	Standard deviation of spatial resolution	Low contrast resolution (mg/cc)	Standard deviation of low contrast resolution
kVp	mAs				
80	20	1.6	0.1	100	38.7
	30	1.6	0.1	100	33.1
	40	0.6	0.11	200	0
	50	-	-	-	-

〈Table 6〉 SNR, CNR's average and standard deviation of low contrast resolution according to condition change

Low contrast resolution (mg/cc)	Condition		Image quality				Analyzed by paired <i>t</i> -test
	kVp	mAs	SNR (<i>n</i> = 30)	Standard deviation of SNR	CNR (<i>n</i> = 30)	Standard deviation of CNR	
25	80	20	45.23	2.17	39.92	2.21	<i>p</i> <0.05
		30	80.14	3.84	76.03	3.13	
		40	80.11	2.11	77.34	4.21	
		50	70.01	4.09	65.51	4.19	
50	80	20	44.71	2.66	41.31	1.34	
		30	81.96	4.01	73.03	5.89	
		40	81.37	3.71	76.81	4.44	
		50	67.74	3.19	65.98	6.14	
100	80	20	42.56	2.85	38.81	3.12	
		30	80.09	2.92	77.17	2.35	
		40	79.15	5.16	74.73	2.74	
		50	68.51	6.04	67.77	7.99	
200	80	20	45.57	4.41	40.03	2.30	
		30	80.25	3.31	75.05	2.13	
		40	80.43	2.98	77.74	8.09	
		50	69.4	3.01	68.22	5.41	

25 mg/cc는 45.23, 39.92, 2.17, 2.21, 50 mg/cc는 44.71, 41.31, 2.66, 1.34, 100 mg/cc는 42.56, 38.81, 2.85, 3.12, 200 mg/cc는 45.57, 40.03, 4.41, 2.30, 30 mAs에서 25 mg/cc는 80.14, 76.03, 3.84, 3.13, 50 mg/cc는 81.96, 73.03, 4.01, 5.89, 100 mg/cc는 80.09, 77.17, 2.92, 2.35, 200 mg/cc는 80.25, 75.05, 3.31, 2.13, 40 mAs에서 25 mg/cc는 80.11, 77.34, 2.11, 4.21, 50 mg/cc

는 81.37, 76.81, 3.71, 4.44, 100 mg/cc는 79.15, 74.73, 5.16, 2.74, 200 mg/cc는 80.43, 77.74, 2.98, 8.09, 50 mAs에서 25 mg/cc는 70.01, 65.51, 4.09, 4.19, 50 mg/cc는 67.74, 65.98, 3.19, 6.14, 100 mg/cc는 68.51, 67.77, 6.04, 7.99, 200 mg/cc는 69.4, 68.22, 3.01, 5.41로 나타났다. 또한 각 항목에서 SNR과 CNR은 *p*<0.05로 유의한 차이가 있었다<Table 6>.

IV. 고 찰

인공방사선에 의한 환자의 피폭선량은 지속적으로 증가하고 있으며 그에 따른 선량과 관련된 다양한 연구가 진행되고 있다[3-5]. 특히 인터벤션에 이용하는 방사선 발생장치의 경우 장시간 부하를 사용하기 때문에 방사선량은 인체 체적에 대하여 면적으로 피폭된다. 방사선이 장기 전체에 면적으로 피폭된다는 것은 각 장기의 조직가중치를 고려해야 한다는 의미이다. 이 경우 방사선에 의한 유해도가 확률적 영향의 평가에 따른 발병 위험도로까지 확대되어 이어질 수 있음에도 불구하고 검사의 필요성을 기반으로 방사선 피폭의 정당성을 인정받고 있다[11,13,17]. 그러나 촬영조건을 감소시키면 영상을 형성하는 pixel의 intensity가 같이 낮아지게 되면서 영상의 화질은 저하되기 때문에 술자는 선량을 줄임과 동시에 영상의 화질도 고려해야한다는 이중적인 과제를 가지게 된다[10,18]. 보통 임상에서 영상의 화질을 유지하기 위해 환자의 두께를 고려하여 촬영조건을 증가시키는 것은 일반적이다. 기존의 연구들 역시 일반적으로 검사조건과 기타사항 변화에 따른 영상화질의 평가를 제안한 연구들이 있는데[10,11,14], 인터벤션의 경우에는 시술과 관련된 선량의 변화와[5,15,16], 장비의 정도관리 및 선량측정방법, 영상의 화질평가에 대한 권고사항을 제시한 경우에서 끝나는 것이 대부분이었다[5,8,11,12]. 이에 착안하여 본 연구에서는 방사선에 의한 위험도를 최소화하고 동시에 최적화된 영상을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 촬영조건을 변화시켜 나타나는 면적선량의 반응성과 그에 따른 영상화질에 대한 정량적인 비교분석을 기준으로 연구를 진행하였다.

관전류량의 증가에 따라 면적선량은 표준기준보다 50 mAs에서 약 6배 이상의 증가를 보였다. 이를 토대로 공간 분해능, 저 대조도 분해능, SNR, CNR을 분석한 결과는 관전류량 증가에 비례하지 않고 오히려 감소되는 경향을 보였다. 일반적으로 영상화질은 관전류량에 비례하여 증가하게 된다. 이때 중요한 것은 검출기가 방사선을 받아들이는 감도와 동적범위이다[18]. 관전류량이 증가하게 되면 검출기가 받아들이는 신호량 또한 비례하여 증가하게 되므로 영상의 화질을 좋게 유지할 수 있지만, 검사조건이 과도하게 설정되는 경우에는 광자량이 검출기가 받아들일 수 있는 범위를 넘어서게 되어 잡음이 증가하게 되고 받아들이는 신호량은 검출기의 동적범위 이상으로 증가하지 않게 되므로 영상화질은 저하된다[18, 19]. 즉 피폭선량과 영상화질의 비교 분석을 통해 인터벤션에서 적정조건을 설정은 기존의 연구와 마찬가지로 영상의 화질을 좋게 유지할 수 있었으나 필요 이상으로 과잉노출이 되는 경우에는 관전류량에 비례하여

면적선량이 증가하게 되고 또한 검출기의 잡음이 증가하여 감도가 떨어지게 되며 동시에 영상화질도 함께 저하된다는 것을 알 수 있었다[18,19].

V. 결 론

본 연구는 임상에서 주로 사용하는 자동노출이 아닌 수동노출을 사용하였고 한 대의 장비로 실험을 했다는 제한점이 있다. 그럼에도 불구하고 인터벤션에서 조건증가에 따른 면적선량을 기준으로 공간 분해능과 저 대조도 분해능을 비교 분석하여 객관적인 정도를 제시하였고 무엇보다도 인터벤션 영역에서 일반촬영분야의 화질평가항목인 SNR과 CNR까지 영역을 확대하여 인터벤션의 영상화질 또한 검사조건 증가에 비례하지 않는다는 것을 객관적으로 수치로 입증했다는 것은 큰 의의가 있다. 이를 통해 임상적용 시 객관적인 영상화질을 고려하여 적절한 검사조건을 설정해서 최적화된 검사표준을 제시한다면 환자의 피폭선량을 감소에 기여할 것이라고 여겨진다.

REFERENCES

- [1] Kim, J. S., Kim, J. M., Lee, Y. H., et al., "National Data Analysis of General Radiography Projection Method in Medical Imaging", Journal of radiological science and technology, Vol. 37, No. 3, pp. 169-175, 2014.
- [2] Hwang, J. H., Lee, K. H., Choi, Y. B., et al., "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.
- [3] Kim, H. J., Yoon, J., "Convergence Comparison of Metal Artifact Reduction Rate for Pacemaker Insertion of CT Imaging Phantoms in the Raw Data with MAR Algorithm", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 8, No.1, pp. 43-49, 2017.
- [4] Seoung, Y. H., "Evaluation of Surface Radiation Dose Reduction and Radiograph Artifact Images in Computed Tomography on the Radiation Convergence Shield by Using Sea-Shells", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 8, No. 2, pp. 113-120, 2017.

- [5] Park, H. S., Lim, C. H., Kang, B. S., et al., "A Study on the Evaluation of Patient Dose in Interventional Radiology", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 35, No. 4, pp. 299-308, 2012.
- [6] Park, H., Jeon, J. S., Kim, Y. W., et al., "Dose assessment according to Differences in the Content of Iodine in Contrast Media used in Interventional Procedure", *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 14, No. 3, pp. 337-345, 2014.
- [7] Kim, J. S., Kwon, S. M., & Kim, J. M., "Basic Principles of CT Dose Index and Understanding of CT Parameter for Dose Reduction Technique", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 38, No.1, pp. 51-61, 2015.
- [8] Lee, J. S., Kim, C. S., "The Additional Filter and Ion Chamber Sensor Combination for Reducing Patient Dose in Digital Chest X-ray Projection", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 9, No. 3, pp. 175-181, 2015.
- [9] Kang, B. S., Lee, K. M., Shim, W. Y., et al., "Analyze for the Quality Control of General X-ray Systems in Capital region", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 35 No. 2, pp. 93-102, 2012.
- [10] Kim, K. W., Kwon, Y. R., Seo, S. W., et al., "Comparison of Exposure Dose by Using AEC Mode of Abdomen AP Study in Radiography", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 38, No. 3, pp. 205-211, 2015.
- [11] Kang, B. S., Son, J. H., & Kim, S. C., "Establishment of Quality Control System for Angiographic Unit", *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 11, No. 1, pp. 236-244, 2011.
- [12] AAPM report No. 15, "performance evaluation and quality assurance in digital subtraction angiography", American Institute of Physics, 1985.
- [13] Lee, K. M., Kang, B. S., Park, H. H., et al., "Analyzed of Dose Area Product in Error Rate", *The Korean Society of Cardio-Vascular Interventional Technology*, Vol. 15, No. 1, pp. 128-134, 2012.
- [14] Son, S. Y., Choi, K. W., Min, J. H., et al., "Evaluation of quantitative on T-spine exhalation technique and T-spine breathing technique of natural breathing", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 14, No. 9, pp. 4429-4436, 2013.
- [15] Han, J. B., "Reference Levels for Radiation Dose in Angiography and Interventional Radiology : In the Cerebrum", *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 11 No. 3, pp. 302-308, 2011.
- [16] Kang, B. S., Yoon, Y. S., "Evaluation of Patient Radiation Doses Using DAP meter in Interventional Radiology Procedures", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 40, No. 1, 2017.
- [17] Kang, B. S., Park, M. J., & Kim, S. C., "Evaluation of Effective and Organ Dose Using PCXMC Program in DUKE Phantom and Added Filter for Computed Radiography System", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 37, No. 1, pp. 7-14, 2014.
- [18] Yang, S., Han, J. B., Choi, N. G., et al., "The Review of Exposure Index in Digital Radiography and Image Quality", *Journal of radiation protection and research*, Vol. 38, No. 1, pp. 29-36, 2013.
- [19] Shepard, S. J., Wang, J., Michael, F., et al., "An Exposure Indicator for Digital Radiography", *The International Journal of Medical Physics Research and Practice*, Vol. 36, No. 7, pp. 2898-2914, 2009.

•Abstract

Dose Reduction According to the Exposure Condition in Intervention Procedure : Focus on the Change of Dose Area and Image Quality

Jun-Ho Hwang¹⁾·Ku-Min Jung¹⁾·Hyun-Soo Kim²⁾·Byung-Sam Kang²⁾·Kyung-Bae Lee¹⁾

¹⁾*Department of Radiology, Kyunghee University Hospital*

²⁾*Department of Radiological Technology, Shingu University*

The purpose of this study is to suggest a method to reduce the dose by Analyzing the dose area product (DAP) and image quality according to the change of tube current using NEMA Phantom. The spatial resolution and low contrast resolution were used as evaluation criteria in addition to signal to noise ratio (SNR) and contrast to noise ratio (CNR), which are important image quality parameters of intervention. Tube voltage was fixed at 80 kVp and the amount of tube current was changed to 20, 30, 40, and 50 mAs, and the dose area product and image quality were compared and analyzed. As a result, the dose area product increased from 1066 mGycm² to 6160 mGycm² to 6 times as the condition increased, while the spatial resolution and low contrast resolution were higher than 20 mAs and 30 mAs, Spatial resolution and low contrast resolution were observed below the evaluation criteria. In addition, the SNR and CNR increased up to 30 mAs, slightly increased at 40 mAs, but not significantly different from the previous one, and decreased at 50 mAs. As a result, the exposure dose significantly increased due to overexposure of the test conditions and the image quality deteriorated in all areas of spatial resolution, low contrast resolution, SNR and CNR.

Key Words : NEMA Phantom, Intervention, Quality Control, Dose Area Product, Image Quality, Exposure Dose