

Dose Reduction and Image Quality Assessment of the CareDose 4D Technique on Abdomen Liver Computed Tomography

Jong-Min Seok,¹ Woo-Jin Jeon,^{1,2} Young-Joon Park,^{3,4} Jin Lee,^{5,*}

¹Department of Radiology, National Police Hospital

²Department of Biomedical Engineering, Chungnam National University

³Department of Radiological Science, Cheju Halla University

⁴Department of Medical Science, Soonchunhyang University

⁵Department of International Radilological Science, Hallym University of Graduate Studies

Received: April 14, 2017. Revised: May 15, 2017. Accepted: June 30, 2017

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the clinical efficacy of 128 MDCT (multi-detector computed tomography) for reducing the CareDose 4D dose and comparing the image quality with the fixed tube current technique. For this purpose, we conducted the phantom and clinical studies to evaluate the exposure dose and image of the subject before and after applying the CareDose 4D system in abdominal examination using 128 MDCT. In the phantom study, ROI (Region of interest) was located at the center, 3, 6, 9, 12 o'clock, into two groups: group A without CareDose 4D and Group B applied were measured. In the clinical study, ROI was located at the liver 8 segments, divided into two groups too. The measured items were CT number, noise, and dose length product (DLP) dose. The result of CTDIvol (CT Dose Index volume) measurements in phantom and clinical studies were lower than those before CareDose 4D application, and dose and effective dose were also measured lower ($p < .05$). There was no difference in CT number before and after application ($p > .05$). In conclusion, using CareDose 4D, we can obtain optimal image information without deteriorating image quality while reducing patient dose.

Keywords: MDCT, CareDose 4D, Exposure Dose, Image evaluation

I. INTRODUCTION

인체의 병변을 진단하는데 사용되는 CT 검사 시 적절한 X-선 노출 검사조건(scan parameter)의 선택은 낮은 방사선량으로 우수한 영상정보를 획득할 수 있게 한다. 1990년대 후반에 등장한 다중검출기 CT (multi-detector computed tomography, MDCT)는 기존의 CT 장비에 비하여 검사시간을 단축시키고 환자의 움직임에 의한 허상(artifact)을 감소시키며, 종축의 해상도가 증가하는 장점이 있었다.^[1] 그러나 높은 해상력을 가진 영상을 구현하기 위해서는 매우 얇고 많은 절편의 수가 필요해서 선량의 증가로 이어지는 단점이 있다.^[2,3]

의료용 사용에 의한 환자의 피폭선량 문제는 지속적으로 많은 관심을 갖고 연구되는 분야로 여러 국제단체 및 국가에서는 CT를 비롯한 진단용 방사선 검사의 환자피폭선량 진단참고준위를 개발하여 제시하고 있으며, 최근에는 지역별 의료기관 및 센터 단위의 참고준위 설정에 대한보고도 이루어지고 있다.^[3,4] 우리나라에서도 2000년대 후반 들어 몇 연구자에 의해 팬텀 측정과 조사연구를 바탕으로 한 CT 기준 선량 설정에 관한 연구가 간헐적으로 이루어져 왔다.^[5,6] 이러한 국제적 노력과 환자들의 피폭에 대한 우려는 최소의 선량을 이용한 최적의 진단적 가치가 있는 영상 획득의 연구 필요성을 지속적으로 대두시킨다.

* Corresponding Author: Jin Lee

E-mail: 0119ij@hanmail.net

Tel: +82-70-8680-6924

CT 의료용 검사 피폭의 감소 방안에는 크게 방사선 차폐체를 활용한 방법과 검사 시 프로그램을 활용한 방법으로 나누어 볼 수 있다. 이중 본 연구에서 주목한 것은 자동노출제어(Automatic exposure control, AEC) 프로그램을 활용한 검사방법이다. 본 연구에서는 MDC T 촬영에서 피폭 선량을 감소시키기 위한 AEC의 효과를 알아보기 위해 동일 촬영 조건에서 고정 관전류 기법과 Siemens사의 AEC 프로그램인 CareDose 4D의 적용에 따라 CT 선량의 지표 CT 체적 선량 지수(CT dose index volume, CTDIvol)와 선량 길이 곱(dose length product, DLP)을 비교하였다.

CareDose 4D 시스템은 참조 관전류량(reference mAs)에 기초한 방식이며, 환자의 체형이나 관심부위 크기에 따라서 약함(weak), 보통(average), 강함(strong)의 세기로 강약을 조절 할 수 있게 설계되었다.^[7] 설정 값이 약함/강함이면, 관전류의 변화는 얇은 부위에 대해서는 관전류가 감소하고 두꺼운 부위에서는 관전류가 증가하게 된다.^[8] 환자의 체형과 관심 부위의 크기가 표준보다 작은 경우를 날씬함(Slim)으로 정의하고, 표준보다 큰 경우는 비만(Obese)으로 정의한다. Topogram을 통해 얻어진 정보를 통해 환자의 체형과 관심부위의 크기가 Slim 또는 Obese임에 따라 관전류가 환자에게는 약함, 보통, 강함의 세기로 감소하거나 증가한다.^[9,10]

Kalra 등(2005)^[9]이 각 CT 장비 회사별 AEC 프로그램을 비교한 연구에 의하면 Siemens사의 CareDose 4D의 경우 고정 관전류 기법을 사용했을 때보다 방사선 선량이 20-60% 정도 감소된다고 보고하고 있다. 하지만 기존의 선행연구들이 각 장비회사별 비교나 단순 선량 감소량에 집중되어 있어 임상적 적용과 Phantom을 활용한 체계적인 분석을 동시에 실시하는 정량적 분석은 충분히 이루지지 못했다.

이에 본 연구에서는 128 MDCT를 이용한 복부 검사에서 CareDose 4D 시스템의 적용과 수동노출조절 방법을 이용하여 영상의 품질 비교를 통해 임상적 유용성을 알아보고, 피검자의 피폭선량 변화를 비교분석하여 임상에서 피검자를 대상으로 검사 시 피폭선량 경감의 노력에 도움을 주고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구대상 및 재료

실험에 사용된 CT 장비는 Fig. 1의 Definition AS (WCT-800-140, SIEMENS, Munich, Germany) 128 Slice이고, Phantom은 CT 정도관리용 팬텀(Calibration phantom, SIEMENS, Munich, Germany)을 이용하였다.

본 연구에서 Phantom을 통한 실험과 환자 연구대상자는 모두 동일한 복부검사 조건으로 시행되었으며, Phantom 실험은 20회 반복시행 되었다. 연구대상자는 S시 소재한 N 종합병원에 2015년 1월부터 2016년 3월까지 건강 검진을 목적으로 내원한 환자 중 복부 검사에서 CareDose 4D 적용 전·후를 모두 사용한 환자 20명을 대상으로 하였다. 대상자는 남자 15명, 여자 5명으로 남성의 평균 나이는 56.47±18.25세에 중위수 57세, 여성의 평균 나이는 50.8±17.05세에 중위수 52세였으며, 전체 평균 나이는 55.05±17.69세였다.

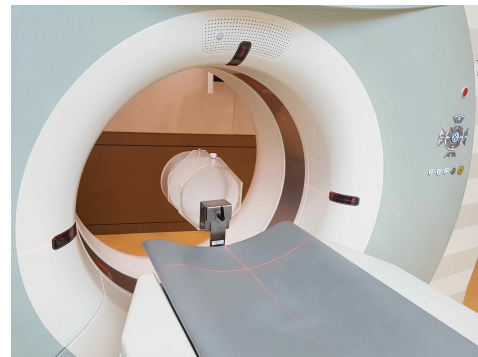


Fig. 1. Equipment & Phantom Image.

2. 연구방법

본 연구에서는 MDCT 촬영에서 피폭 선량을 감소시키기 위한 AEC의 효과를 알아보기 위해 동일 촬영 조건에서 고정 관전류 기법과 Siemens사의 CareDose 4D 적용에 따른 CT 선량의 지표인 CTDIvol, DLP를 비교하였다.

여기서 CTDIvol은 다음과 같이 나타낸다.

$$\text{CTDIvol} = \text{CTDIw/Pitch Factor} \quad (1)$$

w: weight factor

DLP는 다음과 같이 나타난다.

$$DLP(\text{mGy} \times \text{cm}) = \text{CTDIvol} \times \text{Scan length} \quad (2)$$

획득된 DLP값은 유효피폭선량을 나타내는 mSv로 변환시키기 위해 AAPM Report NO96의 변환공식(Eq. 3)을 활용 하였다.

$$E (\text{mSv}) \approx k \times DLP \quad (3)$$

$k(\text{mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1})$: 신체 부위 및 연령에 따른 Conversion factors (복부의 K : 0.015)

본 실험의 검사 프로토콜은 120 kVp, 150 mAs, F OV(Field of view) 32 cm, X-선관 회전시간은 0.5초, 절편두께와 절편간격은 각각 4.0 mm, Pitch 0.7, 필터는 표준 알고리즘으로 나선형 주사 모드(Helical scan mode)를 적용하였으며, Standard 재구성 알고리즘 등 복부검사 프로토콜을 사용하였다.

획득된 이미지 중 정도관리용 Phantom을 활용한 실험에서 획득된 이미지는 Fig. 2와 같이 모니터에서 팬텀 영상의 중앙, 3, 6, 9, 12시 방향으로 1.05 sq.cm의 원형을 설정한 후 장비의 ROI(Region of interest) analysis 기능을 이용하여 커서(Cursor)내의 평균 CT Number와 CT Number의 표준편차를 측정하였다. 검사자를 이용한 이미지의 분석에서는 Fig. 3과 같이 검사자의 Raw Data의 영상의 간(Liver)에서 간엽별 8구획(Segment)으로 ROI를 설정하여 측정하였다.

여기서 측정된 평균 CT Number가 “CT 감약계수”가 되며 동시에 측정된 CT Number의 표준편차가 “노이즈(Noise)”이며 이후 모니터 상에서 DLP 값을 획득했다. CareDose 4D 시스템이 영상 품질에 미치는 영향을 평가하기 위해, 고정 관전류 기법과 CareDose 4D를 적용했을 때 얻어진 영상에 ROI를 그려 영상 잡음을 측정하여 비교하였다. 여기서 얻어진 영상의 잡음 값으로 상대적 영상 잡음(Relative image noise)을 계산 하였고, 이를 CareDose 4D를 적용하지 않은 A군과, 적용한 B군으로 나누어 조사하여 CTDIvol, 유효선량, CT Number, Noise 값을 측정하였다. 단, CT 검사자의 체질량지수 및 신체질량지수는 고려하지 않았다.

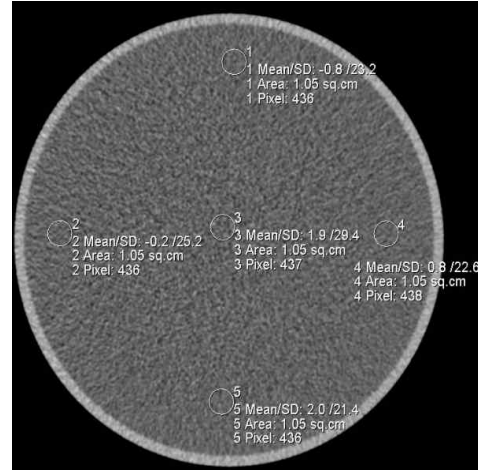


Fig. 2. ROI on Phantom Image.



Fig. 3. ROI on Liver Image.

*ROI: Region of Interest

3. 통계적 분석

획득된 데이터는 SPSS software (SPSS 18.0 for Windows, SPSS, USA)로 통계학적 분석을 실행하였다. CareDose 4D 적용 전·후의 CTDIvol, 유효선량, CT Number, Noise의 평균 값 비교를 위해 대응표본 T 검정 (paired t-test)을 사용하였다. 그리고 CareDose 4D 적용 전·후와 관련 있는 변수들 간의 차이를 보기 위해 이분형 로지스틱 회귀분석을 하였다. 이 때, 통계적인 유의성은 p값 .05 미만으로 하였다.

Ⅲ. RESULT

1. Phantom을 이용한 CareDose 4D 적용 전·후 측정 결과

복부 프로토콜을 이용한 Phantom의 CareDose 4D 적용 전·후 측정 각 실험 결과값은 Table 1과 같다. CTDIvol 측정에서는 CareDose 4D 적용 후 값이 적용 전 값보다 낮게 측정되었고, 유효선량도 CareDose 4D 적용 후 값이 낮게 측정되었다(p<.05). CT Number는 적용 전·후 값이 차이가 없으며(p>.05), Noise는 적용 후가 전보다 높게 측정되었다(p<.05). 결과적으로 Care Dose 4D 적용 후 선량은 감소되었으며 CT Number는 변화가 없었으나 Noise는 증가하였다.

2. Liver 검사에서 CareDose 4D 적용 전·후 측정 결과

Liver 검사에서 CareDose 4D 적용 전·후 측정 결과는 Table 2와 같다. CTDIvol 측정에서는 CareDose 4D 적용 후 적용 전보다 값이 낮게 측정되었다. 또한 유효선량도 CareDose 4D 적용 후 값이 낮게 측정되었다(p<.05). 하지만 CT Number는 적용 전·후 값이 차이가 없었다(p>.05). 그리고 Noise는 적용 후가 전보다 Liver 8구역에서 높게 측정되었다(p<.05).

Table 1. Comparison of Unused and Using the CareDose 4D Technique on Phantom

Setting	Classify	ROI of Phantom									
		1	p	2	p	3	p	4	p	5	p
Unused	CTDIv	10.12 ± 0.02		10.12 ± 0.02		10.12 ± 0.02		10.12 ± 0.02		10.12 ± 0.02	
		Using	1.75 ± 0.04	<.001	1.75 ± 0.04	<.001	1.75 ± 0.04	<.001	1.75 ± 0.04	<.001	1.75 ± 0.04
Unused	Effective dose	2.51 ± 0.70		2.51 ± 0.70		2.51 ± 0.70		2.51 ± 0.70		2.51 ± 0.70	
		Using	0.35 ± 0.05	<.001	0.35 ± 0.05	<.001	0.35 ± 0.05	<.001	0.35 ± 0.05	<.001	0.35 ± 0.05
Unused	CT Number	0.71 ± 0.39		0.34 ± 0.13		-0.47 ± 0.55		-0.28 ± 0.39		-0.21 ± 0.54	
		Using	0.90 ± 0.28	.51	0.54 ± 0.19	<.001	0.49 ± 1.66	.02	-0.18 ± 0.97	.71	-0.08 ± 1.05
Unused	Noise	4.84 ± 0.19		4.76 ± 0.08		5.85 ± 0.42		4.85 ± 0.40		5.34 ± 0.53	
		Using	12.74 ± 0.26	<.001	13.28 ± 0.24	<.001	16.12 ± 1.51	<.001	25.52 ± 37.10	.02	14.48 ± 1.49

Table 2. Comparison of Unused and Using the CareDose 4D Technique on Liver Exam

Setting	Classify	ROI of Liver															
		Pre	p	2	p	3	p	4	p	5	p	6	p	7	p	8	p
Unused	CTDIv	10.24 ±1.13		10.24 ±1.13		10.24 ±1.13		10.24 ±1.13		10.24 ±1.13		10.24 ±1.13		10.24 ±1.13		10.24 ±1.13	
		Using	4.47 ±2.15	<.001	4.47 ±2.15	<.001	4.47 ±2.15	<.001	4.47 ±2.15	<.001	4.47 ±2.15	<.001	4.47 ±2.15	<.001	4.47 ±2.15	<.001	4.47 ±2.15
Unused	Effective dose	7.80 ±0.86		7.80 ±0.86		7.80 ±0.86		7.80 ±0.86		7.80 ±0.86		7.80 ±0.86		7.80 ±0.86		7.80 ±0.86	
		Using	3.44 ±1.71	<.001	3.44 ±1.71	<.001	3.44 ±1.71	<.001	3.44 ±1.71	<.001	3.44 ±1.71	<.001	3.44 ±1.71	<.001	3.44 ±1.71	<.001	3.44 ±1.71
Unused	CT Number	56.20 ±0.34		54.21 ±12.51		55.38 ±12.40		52.93 ±12.28		54.05 ±12.84		53.35 ±13.53		50.28 ±12.18		52.47 ±12.78	
		Using	55.95 ±0.24	.72	54.94 ±11.21	.50	55.84 ±11.02	.55	53.63 ±11.28	.27	53.35 ±13.53	.11	53.35 ±13.53	.83	50.28 ±12.18	.58	52.47 ±12.78
Unused	Noise	12.45 ±3.37		11.95 ± 3.46		11.40 ±4.09		11.47 ±3.92		11.21 ±3.34		11.89 ±3.74		11.88 ±3.61		10.93 ±3.21	
		Using	22.41 ±4.55	<.001	20.84 ±4.34	<.001	20.05 ±3.69	<.001	20.12 ±4.32	<.001	11.21 ±3.34	<.001	11.89 ±3.74	<.001	11.88 ±3.61	<.001	10.93 ±3.21

3. Liver 검사에서 CareDose 4D 적용 전·후로 지스틱 회귀분석 결과

Liver 검사에서 CareDose 4D 적용 전·후 로지스틱 회귀분석 결과는 Table 3과 같다. CareDose 4D 적용

후 CTDIvol는 전보다 0.34배 감소되었으며 유효선량은 적용 후 0.23배 감소되었다. Noise는 CareDose 4D 적용 후 Liver 각 엽에서 최소 1.48배에서 최대 1.65배 까지 증가하였다(p<.05).

Table 3. Result of Logistic Regression on Liver Exam

Variable	B	SE	p	OR	95% CI		
					Lower	Upper	
CTDIv	-1.07	0.32	<.001	0.34	0.18	0.64	
Effective dose	-1.46	0.46	<.001	0.23	0.09	0.56	
Liver segment-Noise	1	0.50	0.15	<.001	1.65	1.22	2.21
	2	0.43	0.12	<.001	1.54	1.22	1.94
	3	0.43	0.12	<.001	1.54	1.22	1.93
	4	0.39	0.11	<.001	1.48	1.20	1.82
	5	0.42	0.11	<.001	1.52	1.21	1.89
	6	0.39	0.10	<.001	1.48	1.20	1.81
	7	0.40	0.11	<.001	1.49	1.20	1.84
	8	0.51	0.15	<.001	1.67	1.25	2.22

IV. DISCUSSION

CT 검사는 임상 적응증에 따라 다양한 검사 프로토콜이 있고 이에 따라 환자에게 주어지는 선량도 다양할 수밖에 없다. CT는 고식적 검사들을 대체할 수 있는 등의 유용성들이 입증되고 있으나^[11,12], 언제나 방사선 피폭의 문제에서 자유롭지 못하다. 한 부위를 검사할 때도 여러 번 스캔할수록 환자선량은 증가되어 임상 적응증에 따라 꼭 필요한 부분만을 최소 횟수로 검사하는 최적화 된 프로토콜을 가지고 있는 것이 중요하다.^[13,14] 건강보험심사평가원에 따르면, 국내 CT 설치 현황은 2014년 1,870대 2015년 1,889대였으며, 총 사용량은 2014년 9,841,215회, 2015년 7,706,923회로 장비는 0.98% 증가 하였으나 검사횟수는 0.78% 감소하였다.^[15] 이는 CT 검사로 인해 환자들이 받는 방사선량과 위험성에 대한 관심이 점차 증가하고 있는 등의 이유가 검사횟수 감소에 영향을 주었을 것으로 추정된다.

일반적으로 CT 검사 시에 방사선량과 관련이 있는 요소는 관전압(kVp), 관전류(mA), 피치(Pitch), 빔폭조절(beam collimation), 스캔범위 및 횟수이다. 보통 CT에서는 120 kVp의 관전압을 사용하는데, 어린이나 마른 환자의 경우는 80 kVp나 100 kVp의 관전압을 사용하여도 화질이 떨어지지 않고, CT 혈관조영검사 등은 조영제가 들어있는 혈관을 보는 검사이므로 조영제의 대조도를 높여주는 80 kVp의 관전압 사용을 많이 권고하고 있다.^[14,16] 또한 필요시 방사선으로부터 불필요

한 피폭을 막아주는 피폭 보호 장비를 사용해야 한다.^[17] 이와 관련하여 일반적으로 CT 검사에서는 검사 이외의 부위를 차폐하기 위한 차폐체로 비스무스를 이용하고 있다. 하지만 비스무스를 이용하면 직선성과 균일도 모두 10HU 증가한다고 보고하고 있어^[18], 비스무스의 사용은 이미지에 영향을 미칠 가능성이 있다.

본 연구에서는 피폭량 감소를 위해 Siemens 사의 AEC 프로그램인 CareDose 4D를 연구하였고, 연구결과 CareDose 4D의 적용 후 검사에 필요한 선량은 감소됨을 확인 할 수 있었다. 이는 CareDose 4D 적용과 관련한 선행 연구에서 고정 관전류 기법을 사용했을 때보다 CareDose 4D를 사용했을 때 방사선의 선량이 20-60% 정도 감소된다는 선행연구와 동일한 방향의 결과를 나타내고 있다.^[19,20] 하지만 선행연구들이 피폭선량에만 집중하여 영상에 대한 정량적 평가가 미흡했던 부분을 보완하기 위하여 본 연구에서는 선량에 대한 연구과 더불어 영상에 대한 정량적 평가를 진행하여, 연구 결과 CareDose 4D의 사용전과 사용 후 영상의 변화가 없음을 확인할 수 있었다.

본 연구의 제한점은 임상 검사 시 BMI 지수 및 후방산란이 고려되지 못했다는 것이다. 하지만 본 연구를 통해서 CareDose 4D를 사용 하면 환자 선량이 감소되면서 영상의 화질이 저하되지 않음을 확인했기에, 본 연구는 향후 지속적 연구를 통해 저선량을 활용한 양질 이미지를 획득을 위한 연구의 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

V. CONCLUSION

CareDose 4D는 선량 감소 효과가 뚜렷하고, 이미지에 대한 정량적 분석 결과에서 고정 관전류 기법과 비교하여 화질에도 차이를 나타내지 않아 효율적인 임상 적용을 통한 의료피폭 감소효과를 기대할 수 있다.

Reference

- [1] H. Hu, H. D. He, W. D. Foley, S. H. Fox, "Four Multidetector-row Helical CT Image Quality and Volume Coverage Speed", *Radiology*, Vol. 215, No. 1, pp. 55-62, 2000.
- [2] P. Dawson, "Patient dose in multi-slice CT: why is it increasing and does it matter?", *The British Journal of*

- f Radiology, Vol. 77, No. 1, pp. S10-S13, 2004.
- [3] S. J. Yates, L. C. Pike, K. E. Goldstone, "Effect of multi-slice scanners on patient dose from routine CT examinations in East Anglia", *The British Journal of Radiology*, Vol. 77, No. 918, pp. 472-478, 2004.
- [4] R. Heliou, L. Normandeau, G. Beaudoin, "Toward dose reduction in CT: patient radiation dose assessment for CT examinations at university health center in Canada and comparison with national diagnostic reference levels", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 148, No. 2, pp. 202-210, 2012.
- [5] P. K. Cho, B. K. Seo, T. K. Choi, J. S. Kim, Y. H. Kim, J. H. Choi, Y. W. Oh, K. H. Kim, S. U. Kim, "The development of diagnostic reference level on patient dose for CT examination in Korea", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 129, No. 4, pp. 463-468, 2008.
- [6] S. H. Kim, "Guideline of Diagnostic Reference Level on CT X-ray Examinations", *MDFS*, No. 19, 2009. <https://www.mfds.go.kr/medicaldevice/index.do?nMenuCode=112&mode=view&boardSeq=49621>
- [7] S. Rizzo, M. Kalra, B. Schmid, T. Dalal, C. Suess, T. Flohr, M. Blake, S. Saini, "Comparison of angular and combined automatic tube current modulation techniques with constant tube current CT of the abdomen and pelvis", *American Journal of Roentgenology*, Vol. 186, No. 3, pp. 673-679, 2006.
- [8] M. K. Kalra, M. M. Maher, T. L. Toth, R. S. Kamath, E. F. Halpern, S. Saini, "Comparison of Z-axis automatic tube current modulation technique with fixed tube current CT scanning of abdomen and pelvis", *Radiology*, Vol. 232, No. 2, pp. 347-353, 2004.
- [9] M. K. Kalra, N. Naz, S. M. R. Rizzo, M. A. Blake, "Computed Tomography radiation dose optimization: scanning protocols and clinical application of automatic exposure control", *Current Problems Diagnostic Radiology*, Vol. 34, No. 5, pp. 171-181, 2005.
- [10] M. K. Kalra, S. M. R. Rizzo, R. A. Novelline, "Reducing radiation dose in emergency Computed Tomography with automatic Automatic exposure control techniques", *Emergency Radiology*, Vol. 11, No. 5, pp. 267-274, 2005.
- [11] W. J. Jeon, K. H. Mo, "Evaluation of the Usefulness of Multidetector Computed Angiography for the Diagnosis of Extracranial Internal Carotid Artery Stenosis by Comparing with Digital Subtraction Angiography", *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 11, No. 18, pp. 9608-9613, 2016.
- [12] K. H. Mo, D. K. Han, H. S. Lim, W. J. Jeon, "Analysis of Exposure Dose According to Chest and Abdomen Combine CT Exam Method", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 8, No. 7, pp. 401-408, 2014.
- [13] E. Dougeni, K. Faulkner, G. Panayiotakis, "A review of patient dose and optimisation methods in adult and paediatric CT scanning", *European Journal of Radiology*, Vol. 81, No. 4, pp. e665-e683, 2011.
- [14] J. T. Payne, "CT Radiation Dose and Image Quality", *Radiologic Clinics of North America*, Vol. 43, No. 6, pp. 953-962, 2005.
- [15] M. S. Son, S. C. Seong, "2015 National Health Insurance Statistical YearBook", *Health Insurance Review & Assessment Service*, 2016.
- [16] J. R. Curtis, "Computed Tomography Shielding Methods: A Literature Review", *Radiologic Technology*, Vol. 81, No. 5, pp. 428-436, 2010.
- [17] M. K. Kalra, M. M. Maher, T. L. Toth, L. M. Hamberg, M. A. Blake, J. A. Shepard, S. Saini, "Strategies for CT radiation dose optimization", *Radiology*, Vol. 230, No. 3, pp. 619-628, 2004.
- [18] J. I. Byeon, Y. C. Nam, H. Yi, M. C. Kim, "Evaluation of the two parts and chest CT dose reduction and lesions of the eye of the breast using Bismuth shielding during the tests", *Journal of CT technology*, Vol. 10, pp. 195-201, 2008.
- [19] M. K. Kalra, N. Naz, S. M. Rizzo, M. A. Blake, "Computed Tomography radiation dose optimization: scanning protocols and clinical application of automatic exposure control", *Current Problems Diagnostic Radiology*, Vol. 34, No. 5, pp. 171-181, 2005.
- [20] M. K. Kalra, S. M. Rizzo, R. A. Novelline, "Reducing radiation dose in emergency Computed Tomography with automatic Automatic exposure control techniques", *Emergency Radiology*, Vol. 11, No. 5, pp. 267-274, 2005.

복부 간 CT 검사에서 CareDose 4D 사용에 따른 선량 감소 및 화질 평가

석종민,¹ 전우진,^{1,2} 박영준,^{3,4} 이진^{5,*}

¹국립경찰병원 영상의학과

²충남대학교 의공학과

³제주한라대학교 방사선학과

⁴순천향대학교 의료과학과

⁵한림국제대학원대학교 국제방사선학과

요 약

본 연구의 목적은 128 MDCT(Multi-detector computed tomography)의 CareDose 4D 선량감소 효과와 임상적 유용성을 평가하고자 시행되었다. Phantom과 임상 복부 검사 연구라는 두 가지 방법을 통해 128 MDCT CareDose 4D 시스템 적용 전후의 피사체 피폭선량과 영상 평가를 실시하였다. Phantom 연구에서는 CareDose 4D 적용 전후의 두 그룹에 대하여 중앙과 3, 6, 9, 12시의 방향으로 ROI(Region of interest)를 위치시켰고, 임상 연구에서는 간의 각 8구획에 대하여 CareDose 4D 적용 전·후 두 그룹에 대하여 ROI를 위치하여 CT Number, Noise, DLP(Dose length product)선량을 측정하였다. 측정결과 Phantom 및 임상연구에서 CT Number는 적용 전 후 값에 차이가 없었고($p>.05$), 선량관련 CTDIvol(CT dose index volume) 측정값 및 유효선량은 CareDose 4D 적용 후가 낮았다 ($p<.05$). 결론적으로 CareDose 4D를 사용하면 영상의 화질을 저하시키지 않고 최적의 영상정보를 획득하면서 환자 선량이 감소되는 효과를 얻을 수 있다.

중심단어: MDCT, CareDose 4D, 피폭선량, 영상평가