

Image Quality Analysis when applying DLIR Reconstruction Techniques in NECK CT

Joon Yoon, Hyeon-Ju Kim*

Department of Radiologic Technology, Dongnam Health University

Received: August 16, 2022. Revised: August 30, 2022. Accepted: August 31, 2022.

ABSTRACT

120 kVp FBP reconstruction image standard by using raw data after scanning by changing tube voltage among the NECK CT protocols that are broad applied in clinical practice using a human phantom including thyroid gland. The usefulness of the DLIR reconstruction technique was investigated. As a result, CTDIvol decreased when the DLIR reconstruction technique was applied, and in particular, the image quality obtained under the same standard scanning conditions at a lower dose for ASIR-V and DLIR reconstruction was reached than when FBP was applied at the same kVp. In addition, as a result of SNR and CNR analysis, the DLIR reconstructed image was analyzed with high SNR and CNR values, and SSIM analysis, the SSIM index of the 100 kVp, DLIR reconstructed image was measured to be close to 1, and it was analyzed that the similarity of the reconstructed image to the original image was high ($p>0.05$). If the results of this study are used to supplement clinical image evaluation and further develop an algorithm applicable to various anatomical structures, it is thought that it will be useful for clinical application as it is possible to maintain the image quality while lowering the examination dose.

Keywords: Neck CT, kVp, DLIR, SNR, CNR, SSIM

I. INTRODUCTION

CT는 다양한 원자번호로 구성된 해부학적 구조를 분해능이 우수한 영상으로 구현하기 때문에 임상에서 병변과 주변 조직과의 관계를 판단하는 데 많이 활용되고 있다. 일반적인 NECK CT 스캔의 목적은 목의 염증, 농양, 종양, 림프결절 등의 질환을 확인하는 것이며^[1], 스캔 범위는 일반적으로 단입천장(hard palate)부터 가슴 우리 입구(thorax inlet)까지 포함하거나 코안(nasal cavity)까지 포함하여 스캔한다. 스캔 부위는 호흡기관이 일부 포함되어 호흡 중 인공물과 잡음이 생성되어 영상의 질 저하가 유발될 수 있으며^[2], 방사선 감수성이 상대적으로 높은 갑상샘(thyroid gland)이 포함되어 스캔 시 질적 저하와 적절한 선량과 차폐 등을 고려해야

할 것이다^[3]. 우선 화질의 저하를 줄이기 위해서 CT 영상 획득과정에서 적용하는 다양한 변수 중 관전압과 관전류 그리고 영상 재구성 방법을 고려해야 할 것이다. 특히 위 인자는 화질에 큰 영향을 미치고 있어 선행연구에서 많이 활용되고 있다^[4].

위 인자 중 재구성 방법에서 필터 보정 역투영법(Filtered Back Projection, FBP)의 적용은 화질 개선 효과나 방사선량 감소에 매우 제한적이기 때문에, 현재 임상에서는 저 선량에서 나타나는 노이즈 등을 줄여 화질을 향상시키는 적응식 통계적 반복 재구성법(Adaptive Statistical Iterative Reconstruction, ASIR)과 이를 개선한 ASIR-V가 임상에서 많이 활용되고 있다^[5,6]. 하지만 화질 향상을 위해 IR를 더 많이 적용하여 재구성한다면 보다 심각한 노이즈 등으로 인해 원본 정상영상보다 과도하게 부드러

* Corresponding Author: Hyeon-Ju Kim

E-mail: gidoong75@dongnam.ac.kr

Tel: +82-031-24-6409

운 영상이 나타나 임상에서는 과도한 IR 기법 적용 금지를 권고하고 있다^[7,8]. 최근 의학 분야에서 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 기술을 적용한 최적 영상 구현과 연관된 연구가 많이 진행되고 있으며 연구로 도출한 기술들이 FDA 승인을 받는 추세이다^[9]. 2016년 보건산업 브리프 의료 인공지능 현황 및 과제 발표에 의하면 인공지능 왓슨(Watson, IBM)의 암 진단 정확도가 전문의보다 높은 96%로 상승하여 AI가 의료계 전반에 막대한 영향을 끼칠 것이라는 전망을 하였다^[10]. 특히 최근 AI를 기반으로 한 심층 학습(Deep Learning)을 CT 장비에 적용하여 DLIR(Deep Learning Image Reconstruction) 즉, 심층학습을 통한 이미지 재구성 방법이 개발되었으며 기존 재구성 방법보다 더욱 정확하고 충실한(True-Fidelity, TF) 영상 획득이 가능한 장비가 개발되었다. DLIR은 기존 충분한 선량을 적용하여 획득한 우수한 화질의 FBP 영상을 인공 신경망(Artificial Neural Network)으로 학습시킨 AI 기능을 적용한 방법으로 실제 낮은 선량에서도 우수한 화질의 영상을 재구성할 수 있는 기법이다^[11]. 이에 우리는 본 연구에서 선량에 변화를 주고 갑상샘이 포함된 NECK CT 프로토콜을 적용 스캔 후 Raw data를 이용하여 FBP, ASIR-V, DLIR 기법을 적용 재구성 하였다. 재구성된 영상데이터를 이용하여 신호 대 잡음 비(Signal to Noise Ratio, SNR), 대조도 대 잡음 비(Contrast to Noise Ratio, CNR) 그리고 압축 및 변환으로 발생하는 왜곡에 대하여 원본 영상에 대한 유사도를 평가하는 구조적 유사 지수(Structural Similarity Index, SSIM)를 적용 비교 평가하여 DLIR 재구성기법의 유용성을 알아보았다.

II. MATERIAL AND METHODS

실험은 GE Revolution (GE HEALTHCARE, Waukesha, WI, USA)을 이용하여 스캔하였다. 적용한 프로토콜은 Helical mode 적용과 2.5 mm 단면두께, 2.5 mm 간격, 0.984 : 1 pitch, rotation time 0.7 sec, Detector cover range 40, standard algorithm, smart mA(100~450), 관전압은 80, 100, 120 kVp로 변화를 주어 스캔하였다. 이때, noise index는 9로 고정하였으며 선량 분석은 관전압 변화에 따라 스

캔 후 표시된 선량 보고서(dose report)를 활용하여 CTDIvol을 비교하였으며, 화질평가는 관전압의 변화에 따른 FBP, ASIR-V 30 % 그리고 DLIR의 TF-M을 적용하여 획득한 영상을 이용하였다. 화질 분석은 AW 4.4 Volume Share 4(GE Healthcare. Co. USA) 프로그램을 이용하여 동일 부위에 ROI (Region of interesting)를 그려 SNR과 CNR 분석하였고, ICY 영상분석 프로그램을 이용하여 원본 영상에 대한 유사도를 SSIM분석을 통해 진행하였다. 실험에서 도출된 일부 정량적 수치는 SPSS 18.0(for Windows : SPSS Chicago, IL)을 이용하여 통계분석하였다.

1. 선량 비교 분석

선량 비교 분석을 위해 모든 동일조건에서 관전압을 변화시킨 후 Fig. 1과 같이 Whole Body Phantom(PBU-60, Kyoto KagaKu, Japan)의 단단입천장부터 가슴 우리 입구까지 포함하여 스캔하였다. 스캔 후 모니터에 Eq. (1)이 적용되어 계산 표시되는 선량 보고서를 활용하였으며 CTDIvol의 비교는 임상에서 NECK CT 검사 시 많이 적용하는 120 kVp를 기준으로 평균 선량 값의 차이를 비교하였다.

$$CTDI_{vol} = CTDI_w / pitch \quad (1)$$

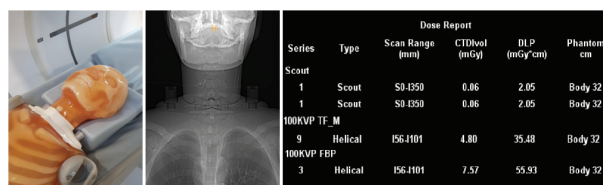


Fig. 1. Dose Measurement with change in kVp.

2. 화질 비교 분석

PBU-60 Whole Body Phantom을 적용 스캔한 NECK CT의 Raw 데이터에 FBP, ASIR-V와 DLIR을 적용 재구성 후 획득한 영상데이터를 활용하여 화질을 비교 분석하였다. 화질은 SNR, CNR, SSIM 분석을 적용하여 진행하였다.

2.1. SNR 분석

관전압 변화 스캔 후 획득한 Raw data를 FBP, ASIR-V, DLIR 재구성 영상을 이용하여 Fig. 2와 같이 동일 축상 2번째, 10번째, 19번째 image와 Background에 ROI를 그려 CT Number와 SD(Standard deviation)를 측정하였다. 이후 Eq. (2)를 적용하여 SNR을 비교 분석하였다.

$$SNR = \frac{ROI(HU)}{BKG(SD)} \quad (2)$$

$ROI(HU)$: ROI CT Number

$BKG(SD)$: Background noise

2.2. CNR 분석

관전압 별 획득한 Raw data에 FBP, ASIR-V와 DLIR 재구성 영상을 이용하여 Fig. 2와 같이 동일 축상 2번째, 10번째, 19번째 image와 Background에 ROI를 그려 CT Number와 SD를 측정하였다. 이후 Eq. (3)를 적용하여 CNR을 비교 분석하였다.

$$CNR = \frac{ROI_1 - ROI_2}{BKG(SD)} \quad (3)$$

ROI_1 : CT number of ROI₁

ROI_2 : CT number of ROI₂

$BKG(SD)$: Background noise

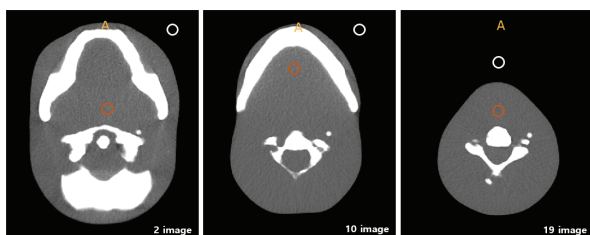


Fig. 2. Image of SNR and CNR measurement.

2.3. SSIM 분석

관전압 별 획득한 FBP, ASIR-V와 DLIR 재구성 영상을 ICY 영상분석 프로그램을 이용 2번째, 10번째, 19번째 image를 대상으로 Fig. 3과 같이 원본 영상에 대한 재구성 영상의 유사도를 평가하였다. 이때 Eq. (4)를 적용하여 SSIM 분석을 실행하였다.

$$SSIM(x,y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(2\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (4)$$

μ_x, μ_y : Average of x y

σ_x^2, σ_y^2 : Variance of x, y

σ_{xy}^2 : Covariance of x, y

c_1, c_2, c_3 Stabilize parameters

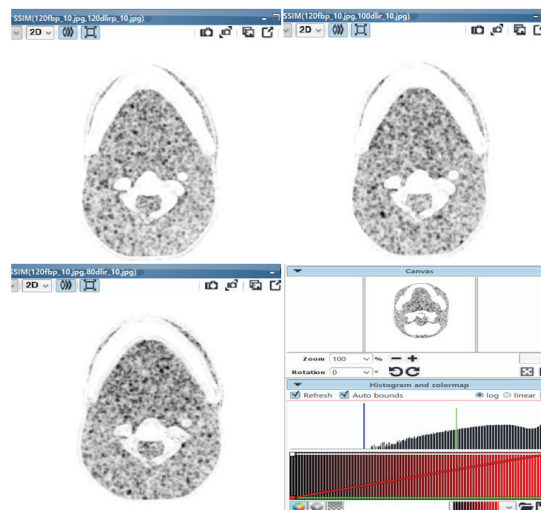


Fig. 3. Image of SSIM analysis using ICY program.

III. RESULT

1. 선량 분석

관전압을 변화적용 후 평균 선량의 변화 추이를 비교 분석한 결과 Table 1과 같이 기준인 120 kVp에서 FBP 영상 획득 시 8.33 mGy, ASIR-V 영상 획득 시 5.56 mGy, DLIR 영상 획득 시 5.56 mGy로 측정되었다. 100 kVp에서 FBP 영상 획득 시 7.57 mGy, ASIR-V 영상 획득 시 4.69 mGy, DLIR 영상 획득 시 4.69 mGy로 측정되었다. 80 kVp에서 FBP 영상 획득 시 5.89 mGy, ASIR-V 영상 획득 시 4.39 mGy, DLIR 영상 획득 시 4.39 mGy로 측정되었다.

	80 kVp	100 kVp	120 kVp
FBP	5.80	7.57	8.33
ASIR-V	4.39	4.69	5.56
DLIR	4.39	4.69	5.56

2. 화질 분석

2.1. SNR 분석

FBP, ASIR-V와 DLIR 적용 재구성한 영상을 이용하여 SNR을 비교·분석한 결과 Table 2와 같이 2번째 영상에서 기준인 120 kVp 적용 FBP 영상은 4.21 ± 0.92 로 측정되었다. 100 kVp 적용 FBP 영상은 0.33 ± 0.22 , ASIR-V 영상은 0.46 ± 1.81 , DLIR 영상은 0.56 ± 0.13 으로 측정되었다. 또한, 80 kVp 적용 FBP 영상은 1.86 ± 1.11 , ASIR-V 영상은 2.58 ± 1.24 , DLIR 영상은 3.77 ± 1.22 으로 측정되었다. 10번째 영상에서 기준인 120 kVp 적용 FBP 영상은 5.71 ± 1.14 로 측정되었다. 100 kVp 적용 FBP 영상은 0.1 ± 0.12 , ASIR-V 영상은 0.16 ± 1.41 , DLIR 영상은 0.39 ± 0.24 로 측정되었다. 또한, 80 kVp 적용 FBP 영상은 3.39 ± 1.51 , ASIR-V 영상은 2.4 ± 1.61 , DLIR 영상은 5.3 ± 1.27 로 측정되었다. 19번째 영상에서 기준인 120 kVp 적용 FBP 영상은 9.03 ± 0.85 로 측정되었다. 100 kVp 적용 FBP 영상은 2.6 ± 1.41 , ASIR-V 영상은 3.2 ± 1.27 , DLIR 영상은 3.52 ± 2.11 로 측정되었다. 또한, 80 kVp 적용 FBP 영상은 5.35 ± 1.46 , ASIR-V 영상은 6.1 ± 1.23 , DLIR 영상은 8.13 ± 2.01 로 측정되었다.

Table 2. SIR analysis according to reconstruction

kip	Reconstruction Algorithm	SIR		
		2nd image	10th image	19th image
120	FBP	4.21 ± 0.92	5.71 ± 1.14	9.03 ± 0.85
	FBP	0.33 ± 0.22	0.1 ± 0.12	2.6 ± 1.41
100	ASIR-V	0.46 ± 1.81	0.16 ± 1.41	3 ± 1.27
	DLIR	0.56 ± 0.13	0.39 ± 0.24	3.52 ± 2.11
80	FBP	1.86 ± 1.11	3.39 ± 1.51	5.35 ± 1.46
	ASIR-V	2.58 ± 1.24	2.4 ± 1.61	6 ± 1.23
	DLIR	3.77 ± 1.22	5.3 ± 1.27	8.13 ± 2.01
	p-value	0.001	0.001	0.001

2.2. CNR 분석

FBP, ASIR-V 와 DLIR 적용 재구성한 영상을 이용하여 CNR을 비교·분석한 결과 Table 3과 같이 2

번째 영상에서 기준인 120 kVp 적용 FBP 영상은 173.12 ± 10.1 로 측정되었다. 100 kVp 적용 FBP 영상은 154.31 ± 6.7 , ASIR-V 영상은 122.41 ± 7.8 , DLIR 영상은 166.93 ± 5.2 로 측정되었다. 또한, 80 kVp 적용 FBP 영상은 93.89 ± 11.2 , ASIR-V 영상은 117.81 ± 5.1 , DLIR 영상은 158.95 ± 6.7 로 측정되었다. 10번째 영상에서 기준인 120 kVp 적용 FBP 영상은 181.12 ± 5.1 로 측정되었다. 100 kVp 적용 FBP 영상은 168.11 ± 10.4 , ASIR-V 영상은 123.95 ± 4.7 , DLIR 영상은 172.84 ± 8.2 로 측정되었다. 또한, 80 kVp 적용 FBP 영상은 147.28 ± 5.5 , ASIR-V 영상은 115.12 ± 7.2 , DLIR 영상은 183.98 ± 8.3 으로 측정되었다. 19번째 영상에서 기준인 120 kVp 적용 FBP 영상은 222.03 ± 11.7 로 측정되었다. 100 kVp 적용 FBP 영상은 163.11 ± 7.4 , ASIR-V 영상은 174.75 ± 9.3 , DLIR 영상은 196.62 ± 12.7 로 측정되었다. 또한, 80 kVp 적용 FBP 영상은 159.86 ± 5.7 , ASIR-V 영상은 134.71 ± 4.5 , DLIR 영상은 218.75 ± 8.2 로 측정되었다.

Table 3. CNR analysis according to reconstruction

kVp	Reconstruction Algorithm	SNR		
		2nd image	10th image	19th image
120	FBP	173.12 ± 10.1	181.12 ± 5.1	222.03 ± 11.7
	FBP	154.31 ± 6.7	168.11 ± 10.4	163.11 ± 7.4
100	ASIR-V	122.41 ± 7.8	123.95 ± 4.7	174.75 ± 9.3
	DLIR	166.93 ± 5.2	172.84 ± 8.2	196.62 ± 12.7
80	FBP	93.89 ± 11.2	147.28 ± 5.5	159.86 ± 5.7
	ASIR-V	117.80 ± 5.1	115.12 ± 7.2	134.71 ± 4.5
	DLIR	158.95 ± 6.7	183.98 ± 8.3	218.75 ± 8.2
	p-value	0.001	0.001	0.001

2.3. SSIM 분석

FBP, ASIR-V와 DLIR 적용 재구성한 영상을 이용하여 SSIM 지수를 비교·분석한 결과 Table 4와 같이 2번째 영상에서 관전압 120 kVp에 FBP 적용 SSIM 지수 1을 기준으로 100 kVp 적용 FBP 영상은 0.907, ASIR-V 영상은 0.906, DLIR 영상은 0.915로 측정되었다. 또한, 80 kVp 적용 FBP 영상은 0.885, ASIR-V 영상은 0.893, DLIR 영상은 0.899로 측정되

었다. 10번째 영상에서 관전압 120 kVp에 FBP 적용 SSIM 지수 1을 기준으로 100 kVp적용 FBP 영상은 0.934, ASIR-V 영상은 0.935, DLIR 영상은 0.937로 측정되었다. 또한, 80 kVp 적용 FBP 영상은 0.922, ASIR-V 영상은 0.925, DLIR 영상은 0.927으로 측정되었다. 19번째 영상에서 관전압 120 kVp에 FBP 적용 SSIM 지수 1을 기준으로 100 kVp적용 FBP 영상은 0.966, ASIR-V영상은 0.962, DLIR 영상은 0.968로 측정되었다. 또한, 80 kVp 적용 FBP 영상은 0.955, ASIR-V 영상은 0.958, DLIR 영상은 0.962로 측정되었다.

Table 4. SSIM analysis according to reconstruction

kVp	Reconstruction Algorithm	SSIM		
		2 image	10 image	19 image
100	FBP	0.907	0.934	0.966
	ASIR-V	0.906	0.935	0.962
	DLIR	0.915	0.937	0.968
80	FBP	0.885	0.922	0.955
	ASIR-V	0.893	0.925	0.958
	DLIR	0.899	0.927	0.962

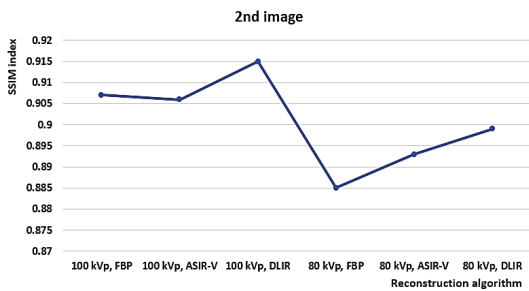


Fig. 4. SSIM index analysis graph of the 2nd image.

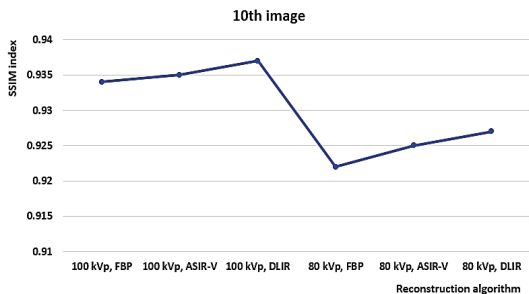


Fig. 5. SSIM index analysis graph of the 10th image.

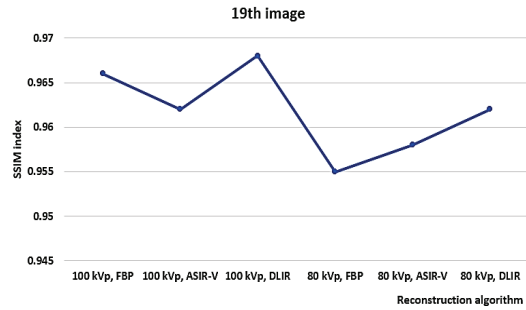


Fig. 6. SSIM index analysis graph of the 19th image.

IV. DISCUSSION

CT 검사는 병변의 진단적 가치가 우수하여 매년 검사 건수가 증가하는 추세이지만 인체조직의 흡수 선량이 1 - 100 mGy 수준으로 영상의학과 검사 중 선량 중 가장 높은 편이다. 또한, 추적검사 등으로 검사를 주기적으로 반복하는 경향이 있어, 관련 연구결과를 인용하여 암 발생 증가 등이 보고되고 있다^[12]. 또한, CT 검사로 인한 피폭선량은 전체 의료 방사선을 활용한 의료행위 중 약 11%를 차지하고 있으며, 이는 전체 인구가 받는 총 선량의 67%에 해당한다고 한다^[13].

임상에서 CT 검사 건수는 복부 및 흉부 다음으로 두경부의 검사 비중은 점차 증가하는 추세이며 이에 따라 관련 기관 등에 의해 방사선 민감도가 높은 장기가 많은 두경부 영역에 대한 방사선 피폭의 위험성이 제기되고 있으며 방사선 민감 장기의 노출 위험을 낮추기 위한 연구가 계속되고 있다.

또한, 국제방사선방어위원회(ICRP, International Commission on Radiological Protection Recommendations)에서는 ICRP2007 New recommendations인 ICRP 103을 통해 두부(Brain), 타액선(Salivary gland)과 같은 두경부 영역의 조직가중치를 새로이 규정하고 이에 대한 방사선 위해성에 대하여 새로운 재평가가 필요하다고 언급하고 있다^[14]. 이러한 추세에 맞추어 최근 도입된 CT 영상 재구성 방법 중 AI를 기반으로 한 Deep Learning Algorithm을 적용 도입하여 기존 영상보다 정확하고 충실한 영상 획득이 가능한 장비가 도입되었다. DLIR은 마치 충분한 선량을 적용하여 획득한 우수한 화질의 FBP 영상을 활용하여

인공 신경망으로 학습시킨 AI 기능을 적용하는 방법적용으로 실제 낮은 선량에서도 FBP 영상과 유사한 우수한 영상을 재구성할 수 있는 기법이며 이 방법을 NECK CT에 적용해 보았다. 그 결과 선량 분석에서 관전압이 감소할수록 CTDIvol 이 감소하였으며, 모든 관전압 조건에서 FBP 재구성 적용보다 ASIR-V 와 DLIR 재구성 시 낮게 측정되었다. 또한, SNR, CNR 분석에서 관전압을 감소시켜도 DLIR 알고리즘의 TF-M 적용 시 높게 분석되었다. 그리고 SSIM분석결과 모든 영상에서 관전압 100 kVp에서 DLIR 알고리즘의 TF-M 적용 시 SSIM 지수가 1에 근사하게 측정되어 원본 영상에 대한 재구성 영상의 유사도가 높은 것으로 분석되었다. ICRP에서 발표한 ICRP 26에 의하면 방사선 방어의 목표는 “방사선 피폭에 의한 결정적 영향의 발생을 방지하고 확률적 영향의 발생확률을 합리적으로 달성할 수 있는 한 낮게 유지한다.”라고 방사선 방어의 중요성을 공포하였으며, 이는 “사회적 경제적 요소들을 고려하여 방사선 피폭 수준을 합리적으로 달성할 수 있는 한 낮게”라는 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)라고 불리는 방사선 방어의 개념이다^[13]. 대부분 의료영상과 마찬가지로 CT 검사 영상의 화질은 병변 판단에 있어 매우 중요한 역할을 한다. 특히 CT 장치는 의료영상 장치 중 분해능이 매우 우수한 장비이다. 특히, 병변에 대한 민감도가 우수하며 NECK CT에서는 목 부위의 미세 종양 등을 발견하는데 최적화되어 있어 미세한 3차원 구조에 대해 해상력 측면에서 큰 장점을 갖고 있다. 그리고 병변의 조직학적 진단과 주위 조직으로의 침윤 여부, 수술계획과 전이 여부의 확인 등과 같은 병기 결정에 중요한 척도로 사용되고 있으며, 림프절 전이 여부를 관찰하는데도 매우 유용하다^[15]. 따라서 다양한 구조와 유사한 밀도로 구성된 목 부위의 해부학적 구조뿐만 아니라 미세 병변을 발견에 있어 CT 장치가 매우 유용하다. 이처럼 병변을 발견하는데 최적화된 CT 장치의 최대 단점인 방사선 피폭과 방사선 예민장기에 대한 보호를 위해서는 기존 검사 영상의 화질을 유지하고 검사 선량 감소시키는 것은 매우 중요하다. 이를 위한 방법으로 본 실험에서 결과로 도출한 방법을 권고하며 현재 실험장치에 적용 가능한 Standard 알

고리즘이 추가로 알고리즘을 개발한다면 보다 다양한 해부학적 구조에 적용할 수 있어 CT 검사 중에 발생하는 검사 선량을 현재보다 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

V. CONCLUSION

Neck CT 스캔 시 DLIR 재구성 알고리즘은 검사 중 발생하는 검사 선량을 현재 보다 낮추면서 화질을 유지할 수 있어 임상 적용 시 유용할 것이며 향후 DLIR 알고리즘 적용을 다양한 해부학적 구조에 적용할 수 있도록 알고리즘을 개발한다면 CT 검사 시 피폭에 대한 문제점을 일부 해결하는 데 있어 의미가 있을 것으로 생각된다.

Acknowledgement

본 연구는 동남보건대학교 연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

Reference

- [1] Y. Y. Lee, P. Van Tassel, C. Nauert, L. B. North, B. S. Jing, "Lymphomas of the head and neck: CT findings at initial presentation", *American Journal of Roentgenology*, Vol. 149, No. 3, pp. 575-581, 1987. <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.149.3.575>
- [2] H. J. Kim, W. J. Chung, J. H. Cho, "A Study of Image Quality Improvement Through Changes in Posture and Kernel Value in Neck CT Scanning", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 5, No. 2, pp. 59-66, 2011. <https://doi.org/10.7742/jksr.2011.5.2.059>
- [3] M. Y. Park, S. E. Jung, "CT radiation dose and radiation reduction strategies", *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 54, No. 12, pp. 1262-1268, 2011. <http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2011.54.12.1262>
- [4] S. Y. Cha, J. Y. Park, Y. K. Lee, J. H. Kim, J. H. Choi, "Quality of Image and Exposure Dose According to kVp, mA and Iterative Reconstruction in Computed Tomography", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 40, No. 3, pp. 385-391, 2017. <https://doi.org/10.17946/JRST.2017.40.3.05>

- [5] J. M. Oh, H. J. Seo, Y. K. Kim, D. K. Han, "Evaluation of Image Quality and Radiation Dose for Filtered Back-Projection and Iterative Reconstruction Algorithm in Abdominal Computed Tomography Protocol", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 15, No. 7, pp. 1065-1072, 2021. <https://doi.org/10.7742/JKSR.2021.15.7.1065>
- [6] C. K. Park, K. S. Choo, J. H. Kim, K. J. Nam, J. W. Lee, J. Y. Kim, "Image quality and radiation dose in CT venography using model-based iterative reconstruction at 80 kVp versus adaptive statistical iterative reconstruction-V at 70 kVp", *Korean Journal of Radiology*, Vol. 20, No. 7, pp. 1167-1175, 2019. <https://doi.org/10.3348/kjr.2018.0897>
- [7] M. J. Willemink, P. B. Noel, "The evolution of image reconstruction for CT-from filtered back projection to artificial intelligence", *European Radiology*, Vol. 29, No. 5, pp. 2185-2195, 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-018-5810-7>
- [8] L. L. Geyer, U. J. Schoepf, F. G. Meinel, J. W. Jr Nance, G. Bastarrika, J. A. Leipsic, N. S. Paul, M. Rengo, A. Laghi, C. N. De Cecco, "State of the Art: Iterative CT Reconstruction Techniques", *Radiology*, Vol. 276, No. 2, pp. 339-396, 2015. <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2015132766>
- [9] J. Y. Hong, S. H. Park, Y. J. Jung, "Artificial Intelligence Based Medical Imaging: An Overview", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 43, No. 3, pp. 195-208, 2020. <https://doi.org/10.17946/JRST.2020.43.3.195>
- [10] K. Y. Lee, J. H. Kim, "Artificial Intelligence Technology Trends and IBM Watson References in the Medical Field", *Korean Medical Education Review*, Vol. 18, No. 2, pp. 51-57, 2016. <http://dx.doi.org/10.17496/kmer.2016.18.2.51>
- [11] C. S. Ko, I. W. Cho, J. W. Kang, W. J. Jung, H. Song, "Study About Comparative Analysis and Usefulness By Quantitative Evaluation of Deep Learning Image Reconstruction and Adaptive Statistical Iterative Reconstruction-V in Aortic Vessels CT", *Journal of Korean Society of Computed Tomographic Technology*, Vol. 23, No. 2, pp. 9-19, 2021.
- [12] R. Miyajima, T. Fujibuchi, Y. Miyachi, S. Tateishi, Y. Uno, K. Amakawa, H. Ohura, S. Orita, "Effective Techniques to Reduce Radiation Exposure to Medical Staff during Assist of X-ray Computed Tomography Examination", *Journal of Nihon Hōshasen Gijutsu Gakkai*, Vol. 74, No. 4, pp. 326-334, 2018. http://dx.doi.org/10.6009/jjrt.2018_JSRT_74.4.326
- [13] International Commission on Radiological Protection, "Managing Patient Dose in Computed tomography", *ICRP Publication 87*, Vol. 30, No. 4, pp. 1-41, 2000.
- [14] International Commission on Radiological Protection. "The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", *ICRP Publication 103*, Vol. 37, No. 2-4, pp. 1-399, 2007.
- [15] A. Qayyum, A. Benzinou, M. Mazher, M. Abdel-Nasser, D. Puig, "Automatic Segmentation of Head and Neck (H&N) Primary Tumors in PET and CT Images Using 3D-Inception-ResNet Model", *Head and Neck Tumor Segmentation and Outcome Prediction*, pp. 58-67, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-98253-9_4

NECT CT에서 DLIR 재구성기법 적용 시 화질분석

윤준, 김현주*

동남보건대학교 방사선학과

요약

갑상샘이 포함된 인체모형 팬텀을 이용하여 임상에서 많이 적용하는 NECK CT 프로토콜 중 관전압을 변화 적용하여 스캔 후 Raw data를 이용하여 FBP, ASIR-V, DLIR 재구성기법 적용 영상 획득하여 120 kVp FBP 재구성 영상 기준 DLIR 재구성기법의 유용성을 알아보았다. 그 결과 DLIR 재구성기법 적용 시 CTDI_{vol}이 감소하였으며, 특히 동일 관전압에서 FBP 적용보다 ASIR-V, DLIR 재구성 시 낮은 선량에서도 기존 스캔 조건으로 획득한 화질에 도달하였다. 또한, SNR, CNR 분석결과 DLIR 재구성 영상이 SNR, CNR 값이 높게 분석되었고, SSIM분석결과 100 kVp, DLIR 재구성 영상이 SSIM 지수가 1에 근사하게 측정되어 원본 영상에 대한 재구성 영상의 유사도가 높은 것으로 분석되었다($p>0.05$). 본 연구결과를 활용하여 임상 영상 평가를 시행하여 보완하고 다양한 해부학적 구조에 적용 가능한 알고리즘을 추가 개발한다면 검사 선량을 현재 보다 낮추면서 화질을 유지할 수 있어 임상 적용 시 유용할 것으로 생각된다.

중심단어: 목 CT, 관전압, 심층학습영상재구성, 신호대잡음비, 대조도대잡음비, 구조적유사지수

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	윤준	동남보건대학교 방사선학과	교수
(교신저자)	김현주	동남보건대학교 방사선학과	교수