

◆ 원 저 ◆

흉부CT 검사 시 HRCT 영상 재구성의 유용성

박성민 · 김금식 · 강성민 · 유병규¹ · 이기배

연세대학교 강남세브란스병원 · 원광보건대학교 방사선과¹

Usefulness Evaluation of HRCT using Reconstruction in Chest CT

Sung-Min Park · Keung-Sik Kim · Seong-Min Kang · Beong-Gyu Yoo¹ · Ki-Bae Lee

Department of Radiology, Kangnam Severance Hospital, Yonsei University ·

Radiotechnology, Wonkwang Health Science University¹

Abstract

Purpose : Skip the repetitive HRCT axial scan in order to reduce the exposure of patients during chest HRCT scan, Helical Scan Data into a reconstructed image, and exposure of the patient change and visually evaluate the usefulness of the HRCT images.

Materials and method : Patients were enrolled in the survey are 50 people who underwent chest CT scans of patients who presented to the hospital from January 2015 to March 2015, 50 people surveyed 22 people men and 28 people women people showed an average distribution of 30 to 80 years age was 48 years, 50 patients to Somatom Sensation 64 ch (Siemens) model with 120 kVp tube voltage to a reference mAs tube current to mAs (Care dose, Siemens) as a whole, including the lungs and the chest CT scan was performed. Scan upon each patient CARE dose 4D (Automatic exposure control, Siemens Medical Solution Erlangen, Germany) was to maintain the proper radiation dose scan every cross-section through a device that automatically adjusts the tube current of. CT scan is the rotation time of the Tube slice collimation, slice width 0.6 mm, pitch factor was made under the terms of 1.4. CT scan obtained after the raw data (raw data) to the upper surface of the axial images and coronal images for each slice thickness 1 mm, 5 mm intervals in the high spatial frequency calculation method (high spatial resolution algorithm, B60 sharp) was the use of the lung window center -500 HU, windows were reconstructed into images in the interval -1000 HU to see.

Result : 1. Measure the total value of DLP 50 patients who proceed to chest CT group A (Helical Scan after scan performed with HRCT) and group B (Helical Scan after the HR image reconstruction to the original data) compared with the group divided, analysis As a result of the age, but show little difference for each age group it had a decreased average dose of about 9%.

2. A Radiation read the results of the two Radiologist and a doctor upper lobe and middle lobe of the lung takes effect the visual evaluation is not a big difference between the two images both, depending on the age of the patient, especially if the blood vessels of the lower lobe (A: 3.4, B: 4.6) and bronchi(A: 3.8, B4.7) image shake caused by breathing in anxiety (blurring lead) to the original data (raw data) showed that the reconstructed image is been more useful in diagnostic terms.

Conclusion : Scan was confirmed a continuous, rapid motion video to get Helical scan is much lower lobe lung reduction in visual blurring, Helical scan data to not repeat the examination by obtaining HRCT images reorganization reduced the exposure of the patient.

Keyword : HRCT, DLP, Axial Scan, Helical Scan, Reconstruction

I. 서론

컴퓨터단층촬영 (Computer tomography, 이하 CT)은 다중절편단층촬영 (Multi-detector computed tomography)의 보편화로 인해 다양한 임상적 적용이 증가하고 있다. 건강보험 심사평가원에 따르면 우리나라의 총 CT 검사 건수는 2002년도 150만 건 대비 2007년도 328만 건으로 2배 이상 증가하였으며 매년 꾸준히 증가하고 있는 추세이며 그 중 흉부 CT 검사 건수도 2003년 54,531건에서 2007년 129,421건으로 2.4배 증가하였다¹⁾.

CT장비의 지속적인 발달로 인하여 짧아진 검사 시간과 훨씬 빨라진 영상 획득과 처리능력, 우수한 분해능, 3차원적인 영상을 획득 가능하게 함으로써 CT검사는 진단에 있어서 필수적인 검사 중 하나가 되었다. 진단에 있어서의 CT검사는 환자에게 상대적으로 높은 선량을 수반하는데 Mettler 등의 최근 미국 논문에 의하면 CT검사는 모든 X-선 검사의 11%에 달하고 집단선량의 67%를 차지한다고 하였다²⁾.

CT검사는 환자의 진단과 치료에 도움을 주는 반면에 방사선 조사에 따른 위험을 내포하고 있다. 1990년대 후반에 등장한 MDCT는 기존의 CT장비에 비하여 검사 시간을 대폭 단축시키고 환자의 움직임에 의한 허상을 감소시키며, 종축의 해상도가 증가하는 장점이 있었다. 그러나 MDCT에서 높은 해상력을 가진 영상을 구현하기 위해서는 매우 얇은 절편과 많은 절편의 수가 필요한데, 이는 선량의 증가로 이어지는 단점이 있다. 따라서 CT검사의 진단적 이득에 대한 이해와 함께 검사에 의한 위험도를 함께 숙지하고 있어야 한다. CT검사에서의 환자선량은 전체 방사선 검사에서 차지하는 비율은 낮은 반면, 전체 방사선량에서 차지하는 비율은 상대적으로 높다. 이러한 CT는 의심받는 질병을 밝히는데 자주 사용되는데 CT검사로 얻어진 정보가 방사선 노출로 인한 위험보다 훨씬 더 가치가 있겠지만 정확한 진단뿐 아니라 위험을 최소화하는 것도 중요하다. 이에 합리적

으로 달성 가능한 피폭선량을 낮게 유지하여 최대한 환자 피폭을 줄이려는 노력이 필요하고 영상의 최적화를 위해 적정 피폭선량의 기초 자료나 피폭 선량 감소 방법을 마련해야 한다³⁾.

최근 MDCT(multi detector row CT, 다절편전산화 단층기기)의 발전으로 한 번의 호흡 정지 동안 더 넓은 범위의 영상을 더 짧은 시간에 얻을 수 있을 뿐만 아니라 공간 해상력(spatial resolution)과 순간 해상력(temporal resolution)이 향상 되었으며, 원 데이터(raw data)를 이용하여 MR영상처럼 여러 방향에서 재구성된 단면영상(Multiplan reconstruction image; 이하 MPR)과 최소 강도 투사 영상(minimum intensity projection; 이하 Min IP) 등 3차원 영상까지 만들 수 있어 기도나 기관지 질환의 평가에 많은 발전이 이루어 졌다⁴⁾.

따라서 본 연구의 목적은 흉부 HRCT 검사 시 환자의 피폭선량을 감소시키기 위하여 반복적인 HRCT axial scan을 생략하고, Helical Scan Data를 재구성한 영상으로, 환자의 피폭선량 변화와 시간적으로 HRCT 영상에 대한 유용성을 평가 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

조사대상은 2015년 1월부터 3월까지 본 병원에 내원하신 환자들 중 흉부 CT검사를 시행한 환자 50명을 대상으로 하였다. 조사대상은 남자 22명 여자 28명이며 나이는 30~80세까지의 분포를 보이며 평균나이는 48세였다.

2. 연구 방법

50명의 환자 모두에게 Somatom Sensation 64 ch (Siemens) 기종으로 관전압 120kVp에 관전류는 reference mAs를 mAs (Care dose, Siemens)로 하여

폐 전체를 포함하여 흉부 CT를 시행 하였다. 스캔 시 환자마다 CARE dose 4D (Automatic exposure control, Siemens Medical Solution Erlangen, Germany)라는 관전류를 자동으로 조절해 주는 장치를 통해 매 단면 스캔 시 적절한 방사선 조사선량을 유지할 수 있도록 하였다. CT촬영은 Tube의 회전시간에 절편 조준(slice collimation), 절편 너비(slice width)는 0.6mm, 거리인자(pitch factor)는 1.4의 조건하에 이루어졌다. CT촬영 후 얻어진 원 데이터(raw data)로 축상면 영상과 관상면 영상을 각각 절편두께 1mm, 간격 5mm로 하여 고공간 주파수연산법(high spatial resolution algorithm, B60 sharp)을 사용하였으며 폐 실질을 보기 위해 창 중심 -500HU, 창 간격 -1000HU 로 영상을 재구성 하였다.

3. 분석 및 평가

1) 선량 분석

흉부 CT 검사를 진행한 50명의 환자의 총 DLP값을 측정해 A그룹, B그룹 두 그룹으로 나누어 선량 변화를 분석하였다. 두 그룹의 평균 변화량을 A군(Helical Scan 후 HRCT 검사를 함께 시행)과 B군(Helical Scan 후 원 데이터로 HR영상을 재구성)으로 나누어 평가를 하였다. 그 밖에 단일절편조사의 평균선량을 측정하기 위한 지표로 $CTDI_w$ (weighted CT dose index)와 여러 개의 절편조사에서 연속적인 영상 사이의 간격이나 중첩을 고려한 $CTDI_{VOL}$ 이 있으며, $CTDI_w$ 를 pitch로 나누어준 값으로 mGy를 사용한다.

$$CTDI_{VOL} = CTDI_w / PITCH$$

마지막으로 피사체에 조사된 모든 영상에 대한 총 선량값으로 DLP(dose length product)이 있으며, $CTDI_{VOL}$ 에 조사된 거리를 곱하여 나타나며 단위는 mGy · cm이 사용된다.

$$DLP = CTDI_{VOL} \times \text{scan length}$$

실질적으로 폐가 받는 선량을 알아보기 위해서 두 그룹 모두에게 Helical Scan 후 HRCT 검사를 함께 시행과 Helical Scan 후 원 데이터로 HR영상을 재구성하여 그로인해 얻어진 Patient protocol에 측정된 DLP값을

기준으로 비교, 분석 하였다.

$$DLP(Avr) = DLP(A-B) / DLP(A) \times 100$$

2) 시각적 평가

원 데이터(raw data)로 재구성된 축상영상과 CT검사 시 Helican Scan으로 얻어진 영상의 질 평가를 위해 다음과 같은 5단계로 구분하였으며 후향적으로 한 명의 영상의학과 전문의와 두명의 숙련된 방사선사가 각각의 점수를 환산하여 분석하였다. 5점, 명확하게 관찰됨; 4점, 쉽게 관찰됨; 3점, 관찰됨; 2점, 약간 관찰됨; 1점, 거의 관찰 안됨. 이 중 4점과 5점을 진단에 적절한 우수한 질의 영상으로 간주하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자의 특성

연구 대상자의 일반적인 특성으로 성별 분포는 흉부 CT 50명 중 남자 22명(44%), 여자 28명(56%)으로 분석되었다. 연령의 경우 30~80세까지 분포되었으며 평균 연령은 48세로 분석되었다.

2. 선량 분석

장비의 관전압은 120kVp로 고정을 하고 mAs는 AEC의 전체적인 유효선량을 나타내는 DLP값을 기준으로 흉부 검사 시 기록되어진 각 Patient protocol에 측정된 DLP값을 이용하였으며, 흉부 CT 검사를 진행한 50명의 환자의 총 DLP값을 측정해 A군(Helical Scan 후 HRCT 검사를 함께 시행)과 B군(Helical Scan 후 원 데이터로 HR영상을 재구성)으로 그룹을 나누어 비교, 분석한 결과 연령대마다 약간의 차이를 보이긴 했지만 약 평균 9%의 선량감소가 있었다(Table 1).

Table 1. The decreased average dose (%)

Total	Chest CT	HR CT	감소율(%)
502	461	44	9%

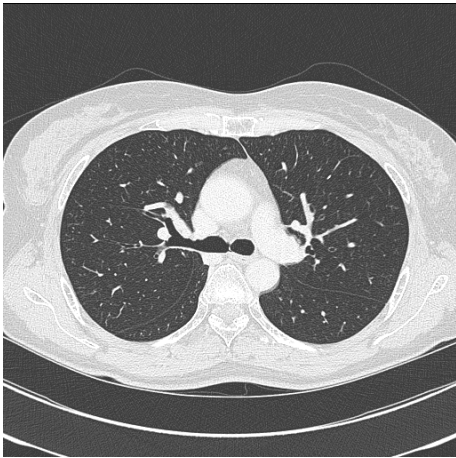
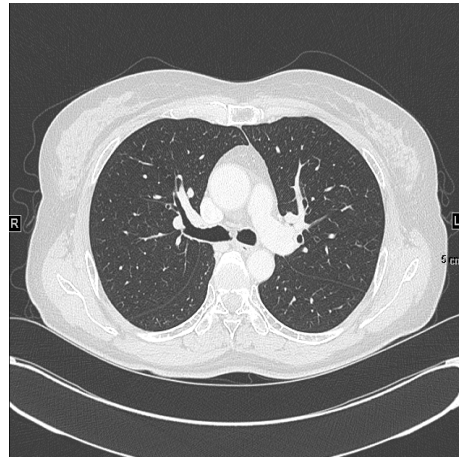


Figure 1. (a) Axial Scan Upper lobe



(b) Helical Scan Upper lobe

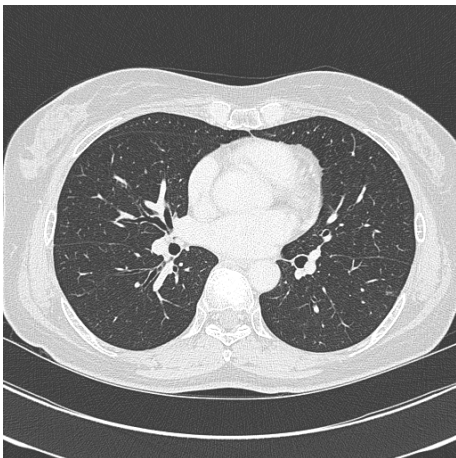
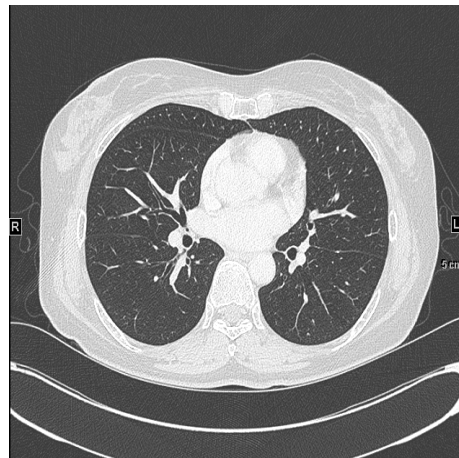


Figure 2. (a) Axial Scan Middle lobe



(b) Helical Scan Middle lobe

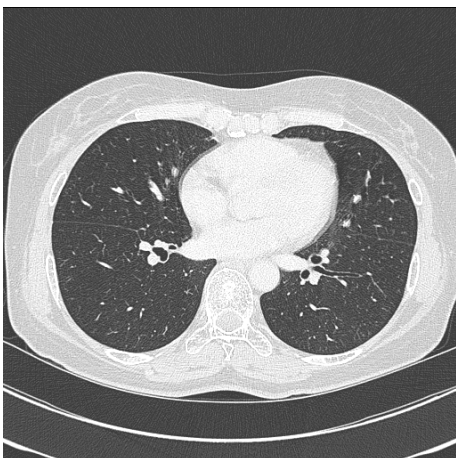
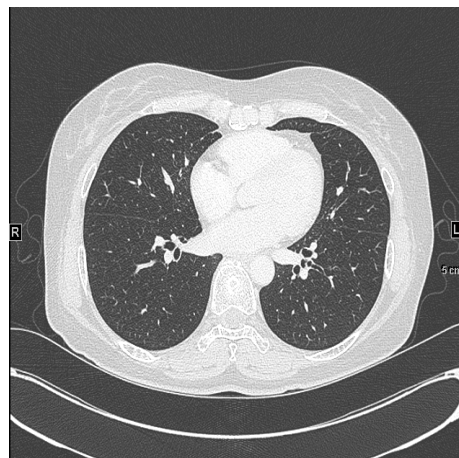


Figure 3. (a) Axial Scan Lower lobe



(b) Helical Scan Lower lobe

3. 시각적 평가

흉부CT 검사를 시행한 50명의 HRCT검사 후 얻어진 영상과 원 데이터(raw data)로 재구성된 영상을 우상엽, 우중엽, 우하엽, 좌상엽, 좌하엽으로 나누어 분석하였으며 3위치(Figure 1, 2, 3)에서 4가지 항목(혈관, 기관지, 흉막하, 대열)으로 분류하여 점수를 환산하며 분석하였다. 여기에 한명의 영상의학과 판독의사와 두 명의 방사선사가 시각적 평가를 시행해 본 결과 폐의 상엽과 중엽은 두 영상 모두 큰 차이가 없었으나, 하엽의 경우 환자의 연령대에 따라 특히 혈관 (A:3.4, B:4.6) 및 기관지(A:3.8, B:4.7)에서 호흡부족으로 인해 발생하는 흔들림(blurring)으로 원 데이터(raw data)로 재구성되어진 영상이 진단적 측면에서 더 유용하다는 것으로 나타났다.

Table 2. The lung CT images takes effect the visual evaluation.

Axial : HRCT image, Helical : reconstruction image

부위별 점수	혈관		기관지		흉막하		대열	
	Axial	Helical	Axial	Helical	Axial	Helical	Axial	Helical
우상엽	4.4	4.7	4	4.7	4.8	4.8	4.8	4.4
우중엽	4.4	4.6	4.4	4.7	5.0	5.0	4.7	4.7
우하엽	4.0	4.5	4.1	4.6	4.6	4.9	4.5	4.9
좌상엽	4.6	4.7	4.6	4.7	4.9	5.0	4.6	4.4
좌하엽	3.4	4.6	3.8	4.7	4.3	4.9	4.5	4.7

IV. 고찰

최근 MDCT 기기가 개발되어 급속히 발전하면서 기도나 중심성 기관지 이외에도 소 기관지의 폐실질의 CT 영상에 많은 변화가 일고 있다. MDCT는 1mm 이하의 절편 두께로 한번의 호흡 정지 기간에 흉부 전체의 영상을 얻을 수 있을 정도로 데이터 획득 시간이 짧아졌고, 흉부 전체를 연속적인 HRCT 영상으로 재구성할 수도 있다.

또한 0.5mm의 절편으로 영상 획득이 가능해짐에 따

라 등방성의 복셀(Isotropic voxels)에 가까운 자료를 얻을 수 있어 공간 해상도에 많은 향상이 이루어졌을 뿐 아니라 이러한 볼륨 데이터를 가지고 다양한 기법의 재구성 영상을 만들 수 있게 되었다. 요즘은 재구성된 다양한 기법의 재구성 영상들이 기도 질환이나 폐 질환의 다양한 기법의 재구성 영상들이 기도 질환이나 폐 질환의 진단에서 어떤 임상적 유용성을 갖는지 연구되고 있고 실제 연구 결과들도 임상적 유용성이 있다고 보고하고 있다⁵⁻⁷⁾.

이러한 발전 덕분에 CT 검사는 방사선량에 많이 노출됨에도 불구하고 매년 폭발적으로 증가하여 국내의 경우 2006년에 CT 검사 건수가 이미 270만건을 넘어섰으며, 매년 10만 건 정도 꾸준히 늘어나고 있다⁸⁾. 이에 본원에서 CT검사건수의 증가로 방사선피폭이 증가함으로 방사선피폭을 줄이면서 보다 나은 영상의 획득을 연구하고자 하였다. 본 연구를 위해 실험을 하면서 제한점이 있었다. 먼저 환자의 호흡에 따른 axial scan과 helical scan의 두 영상에서 측정하고자 하던 위치가 조금씩 차이가 발생해 같은 위치의 시각적 평가가 많이 어려웠던 점이 있어 정확한 시각적 평가가 어려웠다.

선량분석에서도 검사 시 Topogram 촬영 후 axial scan 시 환자의 호흡의 차이에 의해 복부가 일부 포함하게 됨으로써 환자의 호흡에 따른 스캔 범위의 차이에 의해 DLP의 변화가 나타났다는 점이 선량분석에서도 약간의 어려움으로 나타났지만 HRCT axial scan을 하지 않고 HRCT helical scan으로 재구성한 영상획득이 방사선 피폭감소와 영상 질 향상에 도움이 되었다. 또한 Axial scan에서 하엽으로 갈수록 영상의 질이 떨어지는 것을 보완하기 위한 방법으로 scan 방향을 feet to head로 scan하는 방법도 유용할 것이라 생각 된다.

V. 결론

기존의 흉부 CT 검사 시 시행되어 졌던 HRCT axial Scan과 한 번의 검사로 얻어진 원 데이터(Raw data)로 영상을 재구성한 HRCT Helical Scan의 선량변화 분석은 Helical scan이 Axial scan보다 약 9%의 선량감소 효과가 있었다. 시각적 평가는 좌우 상엽에서는 대체로 비슷하였으나 좌우 하엽으로 갈수록 Axial scan이 Helical scan 보다 시각적 평가가 낮게 나오는 것을 알 수 있었다. 이것은 불안정한 호흡으로 인한 blurring과

연속적으로 영상이 나타나지 않아 영상의 질이 저하되는 현상이 발생하였다. 이와 같은 경우가 발생함으로써 helical scan이 연속적인 영상 획득과 blurring 감소효과가 있어 helical scan의 유용성을 알 수 있었다. 그러므로 Scan이 연속적이고 빠른 영상을 얻는 Helical scan이 움직임이 많은 폐 하엽 blurring 감소 효과를 시각적으로 확인하였으나, Helical scan data를 재구성한 HRCT 영상을 획득함으로써 검사를 반복하지 않아 환자의 피폭선량을 감소 시켰다.

참고문헌

1. 박소영. 여성 흉부 CT검사 시 ASIR의 적용과 Bismuth Breast Shield 사용으로 인한 선량감소효과 및 화질 평가, 대한전산화단층기술학회지 2011;24(1) 239-240.
2. Mettler, FA, Wiset, P, Locken, JA, et al. CT scanning; Patterns of use and does. J, Radial. P rot 2001;20:353-35,9
3. Kalra MK, Masher MM, Toth TL, et al : Techniques and applications of automatic tube current modulation for CT. Radiology 233:649-657 (2004)
4. The definition of Emphysema. Report of a National Heart, Lung, and Blood Institute Division of Lung Diseases Workshop. Am Rev Respir Dis 132:187-195, 1985.
5. Sung YM, Lee KS, Yi CA, Yoon YC, Kim TS, Kim S. Additional coronal image using Low-milliamperage multidetector-row computed tomography: effectiveness in the diagnosis of bronchiectasis. J Comput Assist Tomogr 27(4); 490-495, 2003.
6. Chooi WK, Matthews S, Bull MJ, Morcos SK. Multislice helical CT; the value of multiplanar image reconstruction in assessment of the bronchi and small airways disease. Br J Radiol 76; 536-540, 2003.
7. Arakawa H, Sasaka K, Lu WM, Hirayanagi N, Nakajima Y. Comparison of axial high-resolution CT and thin-section CT multiplanar reformation(MPR) for diagnosis of disease of the pulmonary parenchma; preliminary study in 49 patients J Thoracic image 19;24-31,2004.
8. 보건복지가족부, 식품의약품안전평가원, 대한영상의학회 등. CT 엑스선검사에서의 환자선량 권고량 가이드라인 2009;19:1-11.