

MDCT(다배열검출기 전산화단층촬영장치)에서 Z-축의 빔 두께에 따른 산란선의 평가

— The Assessment of Scattered Ray According to the Beam Thickness of Z-axis in MDCT —

서울성모병원 · 신구대학 방사선과¹⁾ · 광주보건대학 방사선과²⁾ ·
 조선대학교 원자력공학과³⁾ · 신흥대학 방사선과⁴⁾
 류기복 · 김현수¹⁾ · 유광열¹⁾ · 동경래^{2,3)} · 권대철⁴⁾

— 국문초록 —

본 연구의 목적은 MDCT의 iso-center에서 detector의 Z-축 범위 이외에서 발생하는 산란선을 측정하고 산란선을 경감하기 위한 기준설정에 기초 자료를 제시하고자 하는 것이다. MDCT의 발전은 환자 Z-축으로의 빔의 확대를 가져오게 되었으며 이는 산란선의 증가로 이어져 피폭선량의 증가에 기여하게 되었다. 또한 MDCT는 SDCT에 비하여 빔 두께의 차이에 따라 최고 4배까지 산란선이 증가하고 있다. MDCT에서 빔 두께 변화에 따른 산란선을 평가하기 위하여 16-slice CT 1대, 64-slice CT 2대의 장비를 이용하여 다배열검출기(MDCT)의 Z-축의 넓이에 따른 산란선을 측정하였다. 측정 장비로는 이온챔버 60 ml 2026C를 사용하였다. 측정결과 장비 별 빔 두께에 따른 산란선의 변화는 동일한 kVp에서 빔 두께가 2배 증가함에 따라 평균 1.7~1.8배의 산란선의 증가가 있었다. 또한 관전압에 따른 산란선의 변화를 평가한 결과 관전압이 80 kVp에서 120 kVp로 40 kVp 증가함에 따라 64 slice 장비에서는 평균 3.47~3.79배의 산란선 증가가 있었고 16 slice 장비에서는 평균 2.47배의 산란선 증가가 있었다. 마지막으로 iso-center로부터의 거리변화에 따른 산란선을 측정한 결과 이온챔버의 거리가 2배 증가함에 따라 2.11~2.25배의 산란선 감소가 있었다. 본 연구는 의료영상 진단 장비인 CT 장비의 Z-축 빔 두께 증가와 관전압, 거리에 따른 산란선을 평가하는데 있다. 이에 따라 뇌 CT 검사 시 갑상선, 안구 등의 차폐문제와 복부 CT 검사 시 갑상선, 생식선 등의 차폐문제가 무시할 수 없음을 알 수 있었다. 현재 슬라이스 내의 선량에 대한 연구가 주로 이루어지고 있는 시점에서 본 연구를 통하여 detector의 Z-축 빔 두께 증가에 따른 Z-축 범위 이외의 산란선의 증가를 이해하고, 검사목적 부위 이외의 산란선 연구에 대한 필요성과 MDCT를 이용한 CT 검사 시 차폐의 중요성을 인식하여야 한다.

중심 단어: MDCT, 산란선, SDCT, 관전압

*접수일(2010년 1월 18일), 1차심사(2010년 3월 5일), 2차심사(2010년 5월 7일),
 확정일(2010년 6월 14일)

교신저자: 김현수, (462-743) 경기도 성남시 중원구 금광2동 2685번지
 신구대학 방사선과
 TEL: 031-740-1368, FAX: 031-740-1589
 E-mail: hskim@shingu.ac.kr

I. 서 론

전산화단층촬영장치는 의료기술의 발달에 따라 날로 발전하고 있으며 진단활용영역에서도 많은 부분을 차지하고 있다. 또한 기존의 장비에 비하여 검출기 넓이의 증가로 인해 검사시간 단축으로 혈관 질환의 검사 등 역동적인 검사에 많은 발전을 이루고 있다. 1972년 하운스 필드에 의하여 CT가 개발된 이래 CT를 이용한 영상검사는 다른 방사선 의료 장비 보다 역동적인 발전을 거듭하고 있다. 1995년 2열 검출기를 이용한 CT가 생산되기 시작되었고, 1999년에는 다배열검출기가 임상에 도입된 이후 이를 이용하여 비침습적으로 심장을 영상화하기에 이르렀다¹⁾. CT 검사는 모든 엑스선 검사의 11%를 구성하고, CT에서 조직 흡수선량은 진단방사선의학에서 관찰된 선량 중 가장 높다. CT 검사들이 보통 반복 검사 경향을 보이므로 이러한 선량은 종종 사람에게서 암 발생 증가가 직접 관찰되어온 수준에 접근하거나 초과할 수 있다²⁾. 2006년 국내 CT장치는 1,546대가 가동되고 있으며³⁾, 검사영역의 확대로 더욱 증가하리라 본다.

ICRP에서는 환자 선량에 영향을 미치는 것은 스캐너의 본질적 특성, 환자크기, 연구되는 해부학적 영역, 스캐닝 프로토콜과 기술에 의해 결정된다고 하였다. 환자가 받는 피폭선량은 영상을 구성하기 위하여 조사되는 방사선 이외에도 산란선에 의한 2차적인 피폭도 간과해서는 안 된다.

MDCT의 발전은 환자 Z-축으로의 빔의 확대를 가져오게 되었으며 이는 산란선의 증가로 이어져 피폭선량의 증가에 기여하게 되었다. MDCT는 SDCT에 비하여 빔 두께의 차이에 따라 최고 4배까지 산란선이 증가하고 있다⁴⁾. 최근에는 16 cm를 한번에 검사할 수 있는 장비가 등장함으로써 산란선에 의한 피폭에 대해서 심각하게 논의하게 되었다. 이에 본 논문에서는 MDCT의 iso-center에서 detector의 Z-축 범위 이외에서 발생하는 산란선을 측정해 보고자 본 연구를 시행하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

2008년 다배열검출기(MDCT)를 가동하고 있는 병원을

방문하여 가장 많이 사용되고 있는 장비를 대상으로 하였으며, 제조사는 2개의 회사 장비로 S사의 16-slice CT 1대, 64-slice CT 1대, 그리고 P사의 64-slice CT 1대를 사용하였다. 이 장비를 대상으로 다배열검출기(MDCT)의 Z-축의 넓이에 따른 산란선량을 측정하였다.

2. 방법

먼저 환자 테이블을 빔지시기를 이용하여 높이를 최대한으로 높게 한 후 scout을 촬영한다. 또한 빔지시기를 이용하여 iso-center(X-Y축)를 표시하였다. 그 다음 iso-center를 중심으로 Z-축으로 5, 10, 20, 30 cm 떨어진 위치에 선량계를 위치하고 각 조건마다 빔 두께에 따른 산란선량을 측정하였다. 이때의 검사 조건은 mAs는 250으로 고정하고 대상 장비의 특성에 따라 관전압의 적용을 달리하였다. 관전압은 장치에 따라 80, 100, 110, 120, 130, 140 kVp를 이용할 수 있으나 각 장치마다 관전압의 범위가 상이하여, 장치에 따른 특성을 비교하기 위하여 3개의 장치에 공통적으로 적용할 수 있는 80, 120 kVp를 이용하였다. 그리고 SFOV는 장비에 적용된 것을 변동 없이 이용하였다. 또한 1회의 조사에 의한 산란선을 측정하기 위하여 고식적(axial) 스캔 모드를 적용하였다.

P사의 64-slice CT장비로는 12×0.625 mm 콜리메이션을 이용하여 7.5 mm의 빔 두께를 이용하였으며, 12×1.25 mm 콜리메이션은 15 mm 빔 두께, 16×0.625 mm 콜리메이션은 10 mm 빔 두께, 40×0.625 mm 콜리메이션은 25 mm 빔 두께, 64×0.625 mm 콜리메이션은 40 mm 빔 두께를 이용하였다. S사의 64-slice CT장비로는 1×5 mm 콜리메이션은 5 mm 빔 두께, 1×10 mm 콜리메이션은 10 mm 빔 두께, 12×1.2 mm 콜리메이션은 14.4 mm 빔 두께, 24×1.2 mm 콜리메이션은 28.8 mm 빔 두께를 이용하였고, 16-slice는 2×5 mm 콜리메이션은 10 mm 빔 두께, 12×1.5 mm 콜리메이션은 18 mm 빔 두께를 이용하였다. 산란선 측정 장비로는 Radical사의 이온챔버 60 ml 2026C를 사용하였다[Fig. 1]. 실제의 측정에 있어서는 모니터는 연결선을 이용 검사실 밖에서 확인하였다. 측정결과는 관전압에 따른 산란선량의 차이가 있고, 모든 장비가 같은 조건으로 측정할 수 없으므로 같은 관전압으로 비교 가능한 80 kVp와 120 kVp를 사용하여 측정한 값을 가지고 비교하였다.

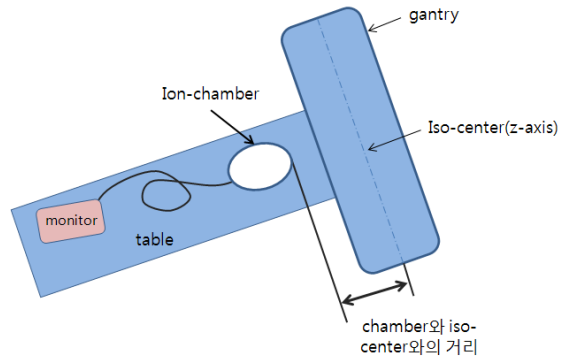
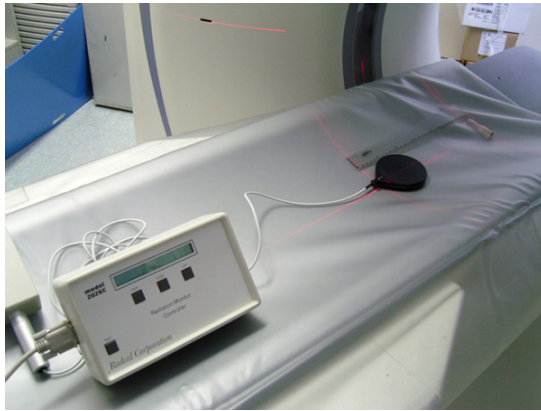


Fig. 1. Ionization chamber for dose measurement CT

Table 1. Scattered ray of each equipment by beam thickness

(unit : mR)

Equipment	P사								S사							
	5 cm		10 cm		20 cm		30 cm		5 cm		10 cm		20 cm		30 cm	
Beam thickness (mm)	7.5	15	7.5	15	7.5	15	7.5	15	5	10	5	10	5	10	5	10
80 kVp	6.2	11.2	3.0	5.5	1.3	2.2	0.7	1.1	2.3	3.9	1.0	2.0	0.5	0.7	0.2	0.4
120 kVp	20.3	35.0	10.3	18.0	4.3	7.5	2.0	3.2	7.4	14.1	3.9	7.4	1.6	2.7	1.0	1.6

III. 결 과

1. 장비 별 빔 두께에 따른 산란선량

장비별 빔 두께 증가에 따른 산란선량을 알아보기 위하여 동일한 kVp 설정과 2배의 빔 두께 증가 설정이 가능한 64-slice 장비 2대를 선택하여 비교 실험하였다. S사의 64-slice 장비는 빔 두께가 2배 증가함에 따라 80 kVp와 120 kVp 모두 평균 1.73배의 산란선량 증가가 있었고, P사의 64-slice 장비는 빔 두께가 2배 증가함에 따라 80 kVp와 120 kVp에서 모두 평균 1.78배의 산란선량 증가가 있었다[Table 1].

2. 관전압에 따른 산란선량

빔 두께가 10 mm일 때, 관전압이 80 kVp에서 120 kVp로 증가함에 따라 P사 장비(64-slice)는 평균 3.47배, S사 장비(64-slice)는 평균 3.79배, S사 장비(16-slice)는 평

균 2.47배의 산란선량 증가를 보였으나, 각 관전압에 대해 iso-center에서 이온 챔버의 측정 거리가 2배 증가할 수록 산란선이 약 1/2로 감소하는 것을 알 수 있다[Table 2].

3. Iso-center로부터의 거리변화에 따른 산란선량

이온챔버의 거리가 2배 증가함에 따라 P사 장비(64 slice)는 80 kVp와 120 kVp에서 모두 평균 2.18배의 선량 감소가 있었고, S사 장비(64-slice)는 80 kVp에서 2.19배, 120 kVp에서 2.11배의 감소가 있었다. S사 장비(16-slice)에서는 80 kVp에서 2.25배 120 kVp에서 2.17배의 선량감소가 있었다. 또한 64-slice CT에서 iso-center와의 거리에 따라 P사의 장비가 S사 장비에 비하여 관전압 80 kVp에서 평균 2.1배, 120 kVp에서 1.9배로 산란선이 높게 나타났다[Table 2].

Table 2. Scattered ray of each equipment by kVp and the distance from iso-center

(unit : mR)

Chamber location from beam center(cm)	5			10			20			30		
Beam thickness(mm)	10											
Equipment(Slice)	P(64)	S(64)	S(16)	P(64)	S(64)	S(16)	(64)P	S(64)	S(16)	P(64)	S(64)	S(16)
80kVp	8.4	3.9	8.0	4.2	2.0	3.7	1.8	0.7	1.2	0.8	0.4	0.8
120kVp	27	14.1	19.6	13.9	7.4	9.1	5.8	2.7	3.2	2.6	1.6	2.1

IV. 고찰

1991년 Jones D.G 등에 의해 시행된 조사에 의하면, 영국의 경우 CT검사의 수가 전체 검사의 약 2%를 차지하였는데 비해 CT 검사로 인한 방사선 피폭이 총 인구선량의 20% 정도를 차지하였으며, 1999년에는 전체 방사선 검사의 4%를 차지하는데 비해 CT 검사로 인한 방사선 피폭이 총 인구 선량의 40% 정도로 증가하였다고 했다⁵⁾. 따라서 환자 및 방사선 관계종사자의 방사선 피폭으로 인한 위험을 방지하고 방사선 이용의 적정을 기하기 위한 대책을 강구하여 안전관리를 하기위해 국제방사선방어위원회(ICRP)나 국제원자력기구(IAEA) 등 국제기구에서도 진단용 방사선 분야에서 환자가 받는 피폭선량 저감화를 위해 권고안을 마련하여 각국이 자국의 실정에 맞게 사용하도록 권고하고 있다. 현재 우리나라에서는 1995년에 “진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙”이 제정되어 처음으로 안전관리가 시작된 이후 의료기관에서의 진단용 방사선 발생장치, 방사선방어시설 및 방사선 관계 종사자에 대한 안전관리가 중점적으로 수행되고 있으나 환자가 받는 피폭선량에 대해서는 진단참고준위가 설정되지 못하고 있는 실정이다. 또한 최근 CT의 기술적인 개발로 나선형 CT장치의 보편화와 더불어 MDCT가 도입되고 있으며 여러 가지 기하학적 원인으로 피폭선량이 증가하고 있다고 보고 되고 있다⁶⁾. CT detector 및 스캔방식의 변화에 따라 환자가 받는 피폭선량에 뚜렷한 변화를 보이고 있다. MDCT는 X-축으로의 빔의 확대는 물론 Z-축으로도 튜브 1회전당 피사체를 포함하는 범위가 넓어져 콘빔이라고 하는 방사선 조사 특성을 가지고 있다. 조사범위의 확대는 산란선량의 증가에 의하여 환자의 피폭선량에도 기여하게 된다. 두부팬텀과 몸통팬텀을 이용한 측정에서 CTDI_w 값이 나선형 CT는 1.23배, 고식적 CT는 1.13배 높게 나타났으며, SDCT에 비하여 MDCT에서 많은 선량을 나타낸다고 하였다⁷⁾.

본 연구결과를 살펴보면 장비 별 빔 두께 2배 증가에 따른 산란선량 증가가 1.7~1.8배, 관전압 40 kVp 증가에 따른 산란선량 증가가 2.4~3.8배, iso-center로부터의 거리 2배 변화에 따른 산란선량 감소가 2.1~2.2배 정도 발생함을 알 수 있었다. 검사시 빔 두께가 증가할수록 검사시간은 단축되지만 산란선의 증가로 인한 환자 피폭선량이 증가할 수 있다. 그러므로 AAPM에서는 각 부위마다 총 제한 선량을 제시하고 있는데 두부에서는 60 mGy (1 R = 0.87 rad)와 모든 전신부위에서는 40 mGy로 설정하여 검사 범위 내 피폭선량에 제한을 두고 있다⁸⁾. 이에 CT촬영에서 산란선에 의한 피폭의 한계선량을 설정한다면 환자의 피폭선량을 줄이는데 크게 기여할 수 있으리라 본다. CT 검사시 검사부위 이외의 피폭은 아직 미미하지만 검사 횟수가 증가함으로써 피폭선량이 증가하고 있는 추세이다. CT검사가 1999년 전체 방사선 검사의 4%의 비중을 차지하지만 피폭선량의 40%를 차지한다고 하였다⁹⁾. CT촬영으로 인한 피폭선량은 앞으로 더욱 증가하리라 기대되며 목적 장치의 및 스캔부위 이외의 피사체를 차폐할 수 있는 시스템을 개발해야 할 것이다. 연구에 의하면 140 kVp에서 120 kVp로 줄일 경우 유방에서 최고 27%와 폐에서는 47%의 선량감소를 가져올 수 있다고 하였으며¹⁰⁾. 본 실험에서도 관전압의 증가에 따라 각 장비별 산란선의 증가가 일어나는 것을 확인하였다. 그러므로 가능하면 낮은 관전압을 사용함으로써 환자의 피폭선량에 기여하는 산란선의 양을 줄일 수 있을 것이다. 또한 장비별 산란선의 차이가 같은 파라미터의 적용에서 2배 가량 차이가 확인됨으로서 환자의 연령 및 검사 항목에 따라 적절한 장비를 선택하는 것도 고려하여야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 의료영상 진단 장비인 CT장비의 Z-축 빔 두

계 증가와 관전압, 거리에 따른 산란선량을 평가하는데 있다. 장비별 Z-축 빔 두께가 2배 증가에 따른 산란선량의 증가는 약 1.7~1.8배로 나타났다. 이에 따라 뇌 CT 검사 시 갑상선, 안구 등의 차폐문제와 복부 CT 검사 시 갑상선, 생식선등의 차폐문제가 무시할 수 없음을 알 수 있었다. 또한 장비의 특성에 따른 산란선의 차이가 많은 것으로 확인되어 검사 종류에 따라 파라미터의 적용을 달리하여 피폭선량을 줄이는데 노력하여야 할 것이다.

현재 슬라이스 내의 선량에 대한 연구가 주로 이루어지고 있는 시점에서 본 연구를 통하여 Z-축 빔 두께 증가에 따른 산란선과 장비에 따른 산란선의 특성을 이해하고 검사목적 부위 이외의 산란선 연구에 대한 필요성과 MDCT를 이용한 CT 검사 시 차폐의 중요성을 인식하여야 한다.

참 고 문 헌

1. klingenbeck-Regn K, Flohr T, Sub-second multi-slice computed tomography: Basics and applications. *Eur. J. of Radiol.*, 31(2), 110-124, 1999
2. ICRP Publication 87: Managing patient dose in computed tomography, 2000
3. 한국의료영상품질관리원 연보 제1호, 2007
4. Burrage JW, Causer DA: Comparison of scatter doses from a multislice and a single slice CT scanner. *Australas Phys Eng Sci Med.* 29(3), 257-259, 2006
5. 남윤철 외: 복부 CT 검사 시 SDCT와 MDCT의 선량 비교 및 16채널 MDCT에서 scan parameter의 변화에 의한 선량비교. *대한전산화단층기술학회지* 55-64, 2003
6. 이광용. 진단방사선분야에서의 환자선량평가. *방사선 보건지* 1-4, 2005
7. 김문찬, 임종석, 박형로, 김유현: 컴퓨터 단층 촬영시 환자피폭선량에 관한 연구: *방사선기술과학*, 27(2), 21-27, 2004
8. Committee 3 of the ICRP: Diagnostic reference levels in medical imaging, review and additional advice, 2001
9. Jones DG, Shrimpton PC: Survey of CT Practice in the UK. Part 3: Normalized organ doses calculated using Monte Carlo techniques, NRPB, Chilton, 1991
10. Hurwitz LM, Yoshizumi TT, Goodman PC, Nelson RC, Toncheva G, Nguyen GB, Lowry C, Anderson-Evans: Radiation dose saving for adult pulmonary embolus 64-MDCT using bismuth breast shields, lower peak kilovoltage, and automatic tube current modulation. Department of Radiology, Duke University Medical Center, Box 3808, Durham, NC 27710, USA.

• Abstract

The Assessment of Scattered Ray According to the Beam Thickness of Z-axis in MDCT(Multi Detector Computed Tomography)

Gwi-Bok Ryu · Hyun-Soo Kim¹⁾ · Kwang-Yeul Lyu¹⁾ · Kyung-Rae Dong^{2,3)} · Dae-Cheol Kweon⁴⁾

Dental Hospital, Seoul ST. Mary's Hospital of Catholic University

¹⁾*Department of Radiological Technology, Shingu University*

²⁾*Department of Radiological Technology, Gwangju Health College University*

³⁾*Department of Nuclear Engineering, Chosun University*

⁴⁾*Department of Radiologic Science, Shin Heung College University*

The purpose of this study is to measure scattered ray which is occurred except for Z-axis range of the detector in MDCT's iso-center and present the basic data about the standard for reduction of scattered ray. The development of MDCT brings out the enlargement of beam thickness to the patient's Z-axis, which distributes to the increase in exposure dose according to the rise of scattered ray. Also MDCT brings out the increase of scattered ray about 4times more than SDCT. To evaluate scattered ray according to the change of beam thickness on MDCT, we measured scattered ray of MDCT's Z-axis beam thickness by using one 16-slice CTs and two 64-slice CTs. We used the ionization chamber 60ml 2026C as the equipment of measurement. In our results, we found out that the change of scattered ray according to the beam thickness in the same kVp has increase of scattered ray. Secondly we found out the increase of scattered ray according to the increase of kVp. Lastly we found out the decrease of scattered ray according to the increase of the distance from the ionization chamber.

Key Words : MDCT, scattered ray, SDCT, kVp