

Evaluating Image Quality and Radiation Dose in Pediatric CT using 90 kVp vs. 120 kVp

¹최윤석 · ¹박양균 · ¹최창현 · ²김재성 · ²예성준

¹서울대학교대학원 방사선응용생명과학협동과정

²서울대학교의과대학 방사선중양학교실

E-mail: betiny@gmail.com

중심어 : computed tomography, 소아 CT, 영상품질, 방사선량

서론

CT 스캔 시 소아의 단면적은 성인보다 현저히 작다. 이 점을 고려하여, 적은 선량으로도 성인의 CT와 같은 품질의 영상을 획득하고자 하였다. 본 연구에서는 관전압 및 관전류 설정을 달리하여 CT 영상을 획득하고, 그 영상 품질과 선량을 분석 및 평가하여 소아 CT 스캔의 최적 설정을 모색하였다.

재료 및 방법

사용된 CT 스캐너는 PHILIPS 사의 Brilliance CT - Big Bore Oncology 모델이며, Bore diameter: 85cm, max field of view: 60 cm, number of slice: 16slice이다. 스캔 시 관전압과 관전류는 90 kVp에서 300 mAs에서 500 mAs까지 20 mAs 간격으로, 120 kVp에서 60 mAs에서 400 mAs까지 20 mAs 또는 60 mAs 간격으로 설정되었다. 영상 품질 측정용 AAPM(American Association of Physicists in Medicine) CT performance phantom을 사용, 설정된 스캔 조건으로부터 얻어진 CT 영상의 high contrast resolution, low contrast resolution, uniformity, noise를 분석하였다. high contrast resolution은 Modulation Transfer function(MTF)을 측정하였다. low contrast Resolution는 팬텀의 linearity 분석용 부분의 영상을 이용, 배경 HU와 다른 물질이 있는 관심 영역의 평균 HU와, 배경 영역의 noise를 측정하여 CNR(Contrast to Noise Ratio)로 분석되었다. Uniformity는 팬텀의 전체 단면적의 5% 영역을 ROI로 설정하고, 각 ROI 간 평균 HU 최대 편차를 측정

하였다. Noise 측정은 uniformity 측정 영상의 주변부 중 6시 방향 영역의 표준편차를 획득하였다. 각 스캔 조건에서의 선량은 FLUKE사의 선량측정용 팬텀과 100 mm pencil chamber를 이용, 팬텀에 chamber의 중앙, 12시, 3시, 6시, 9시 방향에 위치시킨 후 스캔을 실시하여 선량을 측정하였고, 이 결과를 계산하여 CTDI_w를 획득하였다.

또한 실제 10세 미만의 소아환자의 CT 영상의 noise와 방사선량을 분석하여 팬텀 결과를 검증하였다.

결과 및 고찰

high contrast resolution 분석으로 획득한 MTF를 분석하였다. MTF 0.2에 해당하는 spatial frequency 수치로 평가하였고, 관전압 및 관전류 설정에 따른 영향은 없다고 판단된다(fig. 1). low contrast resolution에서 90 kVp 설정과 120 kVp설정을 나누어, 각 스캔 설정에 해당하는 CTDI_w에 noise 수치를 대입한 데이터의 선형 회귀분석을 실시하였다(fig. 2). 전반적으로 동일 선량의 CT스캔 시 90 kVp 설정에서 low contrast resolution에 있어 42% 더 좋은 결과를 보여주었다. Uniformity는 모두 일정한 CT 영상 사용조건(최대 편차가 2 HU 이하)을 충족하였고, CT 스캔 관전압 및 관전류와 uniformity의 연관성은 발견되지 않았다. noise는 90 kVp 설정과 120 kVp설정을 나누어, 각 스캔 설정에 해당하는 CTDI_w에 noise 수치를 대입하여 회귀분석을 실시하였다(fig. 3). 90 kVp 설정에서는 동일 CTDI_{vol} 당 noise가 근사식상 약 12% 높은 것으로 보아 CT 스캔 시 120 kVp 설정에서 noise면에

있어 더 좋은 영상품질을 보여주었다. 실제 소아환자의 CT 선량과 노이즈를 분석한 결과, 팬텀의 회귀분석과 정확히 일치하지는 않았지만, 비슷한 선량에서 90 kVp CT 영상의 노이즈가 1-2 HU 정도 높다는 점에서 팬텀 실험 결과와 일치하였다 (table 1).

table 1. 소아 환자 CT 영상 분석 결과

case	관전압 (kVp)	관전류 (mAs)	noise (HU)	CTDI _{vol} (mGy)	
환자 1	case 1	90	350	8.55	13.2
	case 2	120	150	7.12	12.5
환자 2	case 1	90	350	9.33	13.2
	case 2	120	160	7.77	13.3
환자 3	case 1	90	350	8.78	13.2
	case 2	120	150	7.00	12.5
	case 3	120	150	7.63	12.5

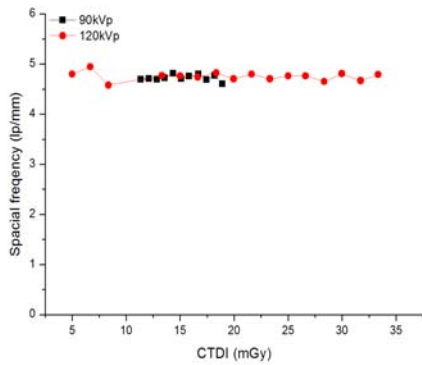


Fig. 1. MTF 0.2에 해당하는 spatial frequency 수치

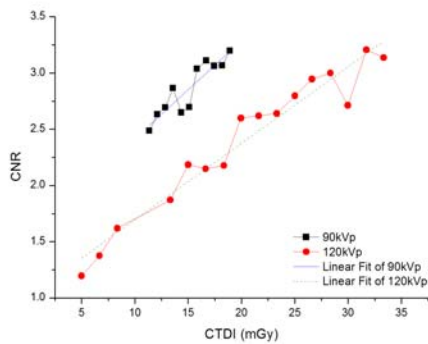


Fig. 2. 관전압별 CT 선량에 따른 CNR 변화

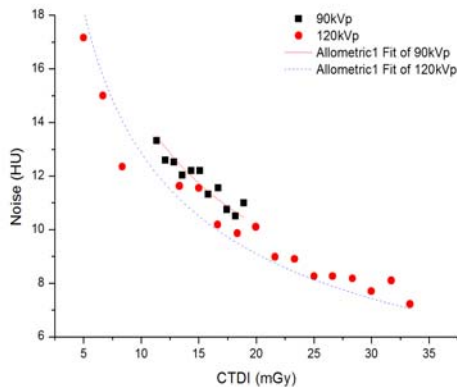


Fig. 3. 관전압, 선량에 따른 noise의 변화

결론

소아 환자의 경우 CT 스캔 에너지를 120kVp에서 90kVp로 낮춤으로써, noise가 12%정도 증가하였지만, uniformity 및 high contrast resolution에서 동일한 영상품질, low contrast resolution은 더 좋은 영상 품질을 보여주었다. 또한, 소아 환자 CT영상에서 동일 영상 품질을 획득하고자 할 시 CT 스캔 관전압을 120kVp에서 90kVp로 변경함으로써, CT를 통해 소아 환자에게 노출되는 선량을 약 25% 줄일 수 있다. 그러므로, 관전압을 120kVp에서 90kVp로 변경함으로써 영상 품질의 큰 저하 없이, 더 적은 선량으로 영상을 획득할 수 있다.

참고 문헌

1. David J. Brenner, Carl D. Elliston, Eric J. Hall, Walter E. Berdon. Estimated Risks of Radiation-Induced Fatal Cancer from Pediatric CT. AJR 2001;176:289 - 296
2. Walter Huda, Awais Vance. Patient Radiation Doses from Adult and Pediatric CT. AJR 2007; 188:540 - 546
3. Marilyn J. Seigel, et al. Radiation Dose and Image Quality in Pediatric CT: Effect of Technical Factors and Phantom Size and Shape. Radiology. 2004; 233:515-522