

# A Survey on the Radiation Exposure Doses Reduction Plan through Dose Index Analysis in the Pediatric Brain Computed Tomography

Hyeon-Jin Kim,<sup>1</sup> Hyo-Yeong Lee,<sup>2</sup> In-Chul Im,<sup>2,\*</sup> Yun-Sik Yu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biomedical Health Science, Graduate School of Donggeui University

<sup>2</sup>Department of Radiological Science, Donggeui University

Received: February 18, 2016. Revised: April 15, 2016. Accepted: April 25, 2016

## ABSTRACT

In this study, the proposal to seek ways to reduce the amount of radiation is drawn by comparing and analyzing CT Dose Index(CTDI) on the pediatric head CT which was performed at the busan regional hospitals, to the national diagnostic reference levels. As a result, it was appeared to exceed the amount of the dose recommendation in order of hospital, general hospital and senior general hospital in the hospital-specific classification and from 2 to 5 year, from 1 month to 1 year and from 6 to 10 year in the age-specific classification. In addition, the amount of the dose recommendation was exceed in order of helical, axial and volume in the scan-specific classification. As the results of the scan range reset to match the diagnostic reference level, the dose reduction showed 11.68%, 15.79% and 20.66% in senior general hospital, general hospital and hospital respectively. In the results of analysing patient average scan ranges which does not deviate from the guideline of patient dose recommendation, there was age of 1 month to 1 year, 2 to 5 year and 6 to 10 year of  $03.2 \pm 11.8$  mm,  $110.5 \pm 14.5$  mm, and  $117.8 \pm 17.2$  mm respectively.

Keywords: Picture archiving communication system, Electronic medical record, Computed tomography dose index, Standard diagnostic reference level.

## I. INTRODUCTION

컴퓨터단층촬영검사(computed tomography, CT)는 얇은 단면두께의 적용과 다중 위상 검사(multi phase study)로 인해 진단용 방사선을 이용한 다른 검사 방법과 비교하였을 때 환자가 받는 피폭 방사선량이 상대적으로 높다<sup>[1]</sup>. 따라서 CT검사에 의한 방사선 피폭이 전체 영상의학 검사에 의한 방사선 피폭의 67%를 차지하며<sup>[2]</sup> 진단 목적의 CT 검사가 인위적인 전리방사선에 의한 인류의 피폭에 주된 기여를 하고 있다는 보고가 다양하게 발표되고 있다<sup>[3]</sup>. 이러한 연구들은 CT검사로 인해 환자들이 받는 방사선량과 리스크에 대한 관심을 증가시켰다<sup>[4-6]</sup>. 그리고 2003년 1백 7십만 여건의 CT 청

구 건수가 지속적으로 급격히 상승하여 2009년에는 4백 8십여만 건으로 증가하였고, 2005년 이후 매년 20% 정도의 증가추세를 보였다<sup>[7]</sup>. 따라서 CT검사를 시행함에 있어서 영상 의학적으로 얻는 이득과 방사선 피폭에 기인된 선량학적 손해가 적절하게 균형을 이뤄야 할 필요성이 있다<sup>[8]</sup>. 그러므로 CT검사실에서 근무하는 방사선사들은 무엇보다도 환자의 피폭선량에 더욱 더 관심을 가지고 검사해야 한다고 판단된다. 그러나 실제로 CT 검사실에서 근무하는 방사선사들은 환자가 많은 관계로 검사에 급급하여 환자의 방사선피폭이나 방호면에서 소홀히 할 수밖에 없는 실정에 있다. 그러므로 환자의 방사선 피폭량을 감소하기 위해서는 CT 선량지표(computed tomography dose index, CTDI, dose I

\*Corresponding Author: In-Chul Im

E-mail: icim@deu.ac.kr

Tel: +82-51-890-2678

length product. DLP)와 한국식품의약품안전처(Korea Food & Drug Administration, KFDA)에서 제시한 CT 영상의학 검사의 환자 선량 권고량 가이드라인, 그리고 건강보험심사평가원(Health Insurance Review & Assessment Service, HIRAS)에서 제시하는 CT 검사에 대한 검사범위(scan range) 등을 감안하고 검사를 하여야 한다. 일반적으로 CT 선량지표로 환자선량을 측정할 경우 국소적 평균 선량(average local dose)지표를 나타내는 용적 CT 선량지수(computed tomography dose index volume, CTDIvol)와 스캔된 총 선량(total scan dose)을 나타내는 선량길이곱(dose length product, DLP)을 적용하고 있다<sup>9,10)</sup>. CTDIvol은 일정하게 설정된 횡단면당 노출된 선량 측정값인 반면 DLP는 모든 횡단면 영상에 대한 총 피폭선량을 측정한 값이다<sup>11)</sup>. 이러한 내용들은 의료 방사선검사에서 피폭 방사선량을 저감화시키는데 매우 중요한 지표가 될 수 있다. 특히 소아는 방사선 감수성이 어른에 비해 높고 몸의 크기가 작아 어른과 같은 양의 방사선에 노출되더라도 유효선량은 어른에 비해 더 높기 때문에 불필요한 피폭 방사선량을 줄이는 것이 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 부산지역 병원들에서 시행된 년 간 소아 두부 CT 검사에 대한 CT 선량지표를 국내 진단참고준위와 비교분석하여 방사선피폭 선량을 경감할 수 있는 파라메타를 제시하고자 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 2. 연구대상

부산지역에 설치된 CT장비 148대(통계청 자료, 2015년)중 검진센터, 방사선치료실, 치과병원, 내과병원 등에서 이용하는 CT를 제외한 48개 병원의 장비 62대를 대상으로 하였고 이들 병원 중 선량보고서를 생성하여 의료영상저장정보시스템(picture archiving communication system, PACS)으로 전송하는 24개(50%) 병원의 장비 28대(45.2%)에 대한 일반적 특성조사와 소아 두부 CT의 프로토콜에 이용된 파라메타를 조사하였다. 조사기간으로는 2014년 1월 1일부터 12월 31일까지 두부 CT 검사를 시행한 환자들 중 한국식품의약품안전처에서 제시하는 소아의 범위인 10세 이하의 환자 2,043명의 선량지표를 조사하였다.

### 2.1. 연구방법

#### 2.1.1. 조사대상자의 일반적 특성 조사

소아 두부 CT 검사를 시행한 환자의 의료영상저장정보시스템(picture archiving communication system, PACS)으로 전송되어진 선량 보고서(dose report)와, 의료 전자차트(electronic medical record, EMR)를 참고하여 병원별, 연령별, 스캔 파라메타별로 분류하여 후향적 분석을 통해 조사하였다.

#### 2.1.2. 선량지표 조사

의료영상저장정보시스템에 저장된 선량보고서와 CT 영상, 소아 두부 CT 프로토콜에 설정되어진 파라메타를 참고하여 검사방법, 관전압, 관전류량, 검사범위, 절편두께, 피치, 조사야 크기, 그리고 CT 선량지표인 CT DIvol, DLP를 조사하여 Table 1에 기록하였다. 또한 CT 영상에서 검사범위(range)의 첫 번째 이미지(begin)와 마지막 이미지(end)의 table point를 기록하였으며 재설정 스캔범위(reset range)는 “두부 CT 영상의 범위는 경추 1번(cervix 1) 상부에서 두 개관(calvarium)의 top까지를 포함하여야 한다”는 건강보험심사평가원의 “CT검사 및 재검사 가이드라인”에서 규정되어진 근거를 바탕으로 재설정된 범위를 조사하였다. 또한 한국식품의약품안전처에서 제시한 “어린이 CT 영상의학 검사의 환자 선량 권고량 가이드라인”을 참조하여 Table 2에 진단참고준위를 초과하는 CTDIvol과 DLP를 조사하였다.

Table 1. The simple survey form for the optimized CT scan protocols in this study.

Scan parameters	Scan type	_____	
	kVp	_____	
	mAs	_____	
	Scan time (sec)	_____	
	Range	Slice thickness (mm)	_____
		Pitch (mm)	_____
		SFOV (mm)	_____
	Rest range	Being (mm)	_____
		End (mm)	_____
	Exposure dose	Being (mm)	_____
End (mm)		_____	
	CTDIvol (mGy)	_____	
	DLP (mGy·cm)	_____	

Table 2. Standard diagnostic reference level (DRL) for the pediatric brain CT recommended by the Korea Food & Drug Administration (KFDA).

Age (year)	Exposure condition		CT dose index	
	Tube voltage (kVp)	Tube current (mA)	CTDIvol <sup>2</sup> (mGy)	DLP <sup>3</sup> (mGy·cm)
Neonate <sup>1</sup>	100	CTDIvol consideration the conditions	16	210
1month-1	100	CTDIvol consideration the conditions	20	260
2-5	120	CTDIvol consideration the conditions	28	370
6-10	120	CTDIvol consideration the conditions	36	500

<sup>1</sup> Infants of less than one month.  
<sup>2</sup> This dose information is based on a measurement of the CT dose index, which is the current standard for CT dosimetry and performance.  
<sup>3</sup> The dose length product is the product of the CTDIvol and the scan length for a group of scans. This number can be summed over the entire exam to give an estimate of the total dose.

### III. RESULT

#### 3.1. 조사대상자의 일반적 특성조사 결과

##### 3.1.1. 병원별 분류

건강보험심사평가원(HIRAS)의 병원별 분류에 따른 결과를 Table 3에 나타내었다. 상급종합병원(대학병원) 5개, 종합병원 14개, 병원 5개 총 24개 병원이었으며 상급종합병원에서 소아 두부 CT 검사를 시행한 환자 수는 643명(31.47%), 종합병원 1,046명(51.20%), 병원 354명(17.33%) 총 2,043명이었다.

Table 3. Distribution of patients according to hospital classification.

Hospital classification	Number of hospitals	Number of people	Rate(%)
University hospital	5	643	31.47
General hospital	14	1,046	51.20
Hospital	5	354	17.33
Total	24	2,043	100.00

##### 3.1.2. 연령별 분류

한국식품의약품안전처(KFDA)에서 제시한 진단참고준위와 동일하도록 조사대상자를 연령별 분류에 따라 구분하여 Table 4에 나타내었다. 1개월-1세 이하의 소

아는 442명(21.63%), 2-5세 이하 974명(47.68%), 6-10세 이하 627명(30.69%)이었다.

Table 4. Age classification of subjects.

Age(year)	Subjects(n)	Rate(%)
1month-1	442	21.63
2-5	974	47.68
6-10	627	30.69
Total	2,043	100.00

##### 3.1.3. 스캔 파라메타 분류

소아 두부 CT 검사 시 이용된 스캔 파라메타를 분석하여 Table 5,6에 나타내었다. 관전압은 80-120kVp, 관전류·조사시간은 40-420mAs가 사용된 것으로 나타났으며 스캔방식으로는 Axial, Helical, Volume 방식이 이용되고 있었고 Helical(84.82%), Axial(13.85%), Volume(1.33%)방식 순으로 이용 빈도가 높게 나타났다. 슬라이스 두께(slice thickness)는 3-5 mm, 테이블 이동거리(pitch)는 0.6-1.0 mm, 겐트리 회전속도(rotation time)는 0.6-2.0 sec, 조사야 크기(scan field of view. SFOV)는 180-220 mm로 이용되고 있었다.

Table 5. Pediatric brain CT scan parameters in this study.

Parameters	Conditions
Tube voltage (kVp)	80 to 120
Tube current time (mAs)	40 to 420
Scan type	Axial, Helical, Volume
Slice thickness (mm)	3.0 to 5.0
Pitch (mm)	0.6 to 1.0
Rotation time (sec)	0.6 to 2.0
SFOV (mm)	180 to 220

Table 6. Pediatric brain CT scan type in this study.

Scan type	Subjects(n)	Rate(%)
Axial	283	13.85
Helical	1,733	84.82
Volume	27	1.33
Total	2,043	100.00

#### 3.2. 선량지표 조사 결과

##### 3.2.1. 진단참고준위에 따른 병원별 CTDIvol과 DLP 분석

소아 두부 CT 검사를 시행한 환자를 대상으로 건강보험심사평가원에서 제시한 환자선량 권고량과 비교하여 병원별 분류에 따른 CTDIvol과 DLP값의 평균선량을 분석하여 Table 7에 나타내었다. 1개월-1세 이하의

CTDIvol의 기준값이 20 mGy인데 비해 조사결과 상급 종합병원 21.43 mGy, 종합병원 22.65 mGy, 병원이 24.09 mGy로 나타나 진단참고준위보다 각 7.13%, 13.24%, 20.47%가 초과되어 나타났으며 DLP의 기준값은 260 mGy·cm인데 비해 조사결과 상급종합병원 288.21 mGy·cm, 종합병원 316.55 mGy·cm, 병원 340.73 mGy·cm로 나타나 진단참고준위보다 각 10.85%, 21.75%, 31.05%가 초과되어 나타났다. 2-5세 이하의 CTDIvol의 기준값은 28 mGy인데 비해 상급종합병원 30.70 mGy, 종합병원 31.77 mGy, 병원이 33.85 mGy로 나타나 진단참고준위보다 각 9.65%, 13.45%, 20.91%가 초과되어 나타났으며 DLP는 기준값이 370 mGy·cm인데 비해 상급종합병원 445.85 mGy·cm, 종합병원 456.95 mGy·cm, 병원이 502.02 mGy·cm로 나타나 진단참고준위보다 각 20.50%, 23.50%, 35.68% 초과되어 나타났다. 6-10세 이하의 CTDIvol은 기준값이 36 mGy인데 비해 상급종합병원 37.26 mGy, 종합병원 37.79 mGy, 병원이 41.08 mGy로 나타나 진단참고준위보다 각 3.49%, 4.96%, 14.12% 초과되어 나타났으며 DLP는 기준값이 500 mGy·cm인데 비해 상급종합병원 540.15 mGy·cm, 종합병원 555.15 mGy·cm, 병원이 556.95 mGy·cm로 나타나 진단참고준위보다 각 8.03%, 11.03%, 11.39% 초과되어 나타났다. 결과적으로 병원이 진단참고준위 권고량을 가장 많이 초과하여 나타났으며 다음 순으로 종합병원, 상급종합병원의 순서로 초과되어 나타났다.

Table 7. The average age of the hospital in accordance with the classification CTDIvol, DLP.

Classification	Average CTDIvol					
	CTDI			DLP		
	1m-1	2-5	6-10	1m-1	2-5	6-10
Standard CTDI*	20	28	36	260	370	500
University hospital rate(%)**	21.43	30.70	37.26	288.21	445.85	540.15
	7.13	9.65	3.49	10.85	20.50	8.03
General hospital rate(%)	22.65	31.77	37.79	316.55	456.95	555.15
	13.24	13.45	4.96	21.75	23.50	11.03
Hospital rate(%)	24.09	33.85	41.08	340.73	502.02	556.95
	20.47	20.91	14.12	31.05	35.68	11.39

\* , Korea Food and Drug CT dose values given in this standard treatment.

\*\* , Was divided by the clinical applied values to the CT dose index presented by KFDA.

### 3.2.2. 진단참고준위에 따른 연령별 CTDIvol과 DLP 분석

소아 두부 CT 검사를 시행한 환자를 대상으로 한국 식품의약품안전처(KFDA)에서 제시한 연령별 진단참고준위와 비교하여 CTDIvol과 DLP값의 평균선량을 분석하여 Table 8에 나타내었다. 1개월-1세 이하의 CT DIvol의 기준값은 20 mGy이며 결과값은 22.72 mGy로 진단참고준위보다 13.61%가 초과되어 나타났으며 DLP의 기준값은 260 mGy·cm인데 결과값은 315.17 mGy·cm로 진단참고준위보다 21.22%가 초과되어 나타났다. 2-5세 이하의 CTDIvol의 기준값은 28 mGy인데 결과값은 32.11 mGy로 진단참고준위보다 14.67%가 초과되어 나타났으며 DLP의 기준값은 370 mGy·cm인데 결과값은 468.27 mGy·cm로 진단참고준위보다 26.56%가 초과되어 나타났다. 6-10세 이하의 CTDIvol의 기준값은 36 mGy인데 결과값은 38.71 mGy로 진단참고준위보다 7.52%가 초과되어 나타났으며 DLP의 기준값은 500 mGy·cm인데 결과값은 550.75 mGy·cm로 진단참고준위보다 10.15%가 초과되어 나타났다. 결과적으로 2-5세 이하에서 진단참고준위 권고량을 가장 많이 초과하는 것으로 나타났으며 다음 순으로 1개월-1세 이하, 6-10세 이하로 초과되어 나타났다.

Table 8. Analysis results for the average CT dose index presented by the Korea Food & Drug Administration (KFDA).

Age (year)	Average CTDI	
	CTDIvol	DLP
Standard CTDI*	20	260
1month-1 rate(%)	22.72	315.17
	13.61	21.22
Standard CTDI*	28	370
2-5 rate(%)	32.11	468.27
	14.67	26.56
Standard CTDI*	36	500
6-10 rate(%)	38.71	550.75
	7.52	10.15

\* , Korea Food and Drug CT dose values given in this standard treatment.

### 3.2.3. 진단참고준위에 따른 스캔방법별 CTDIvol과 DLP 분석

소아 두부 CT 검사를 시행한 환자를 대상으로 스캔방법별에 따른 진단참고준위와 비교하여 CTDIvol과 DLP값의 평균선량을 분석하여 Table 9에 나타내었다. 1

개월-1세 이하의 CTDIvol의 기준값은 20 mGy인데 결과값은 Axial방식으로 스캔한 환자는 23.19 mGy, Helical방식은 23.43 mGy, Volume방식은 21.57 mGy로 나타나 진단참고준위보다 각 15.96%, 17.17%, 7.69% 초과되어 나타났다. DLP의 기준값은 260 mGy·cm인데 결과값은 Axial방식으로 스캔한 환자는 322.06 mGy·cm, Helical방식은 328.20 mGy·cm, Volume방식은 295.23 mGy·cm로 나타나 진단참고준위보다 각 23.87%, 26.23%, 13.55% 초과되어 나타났다. 2-5세 이하의 CTDIvol의 기준값은 28 mGy인데 결과값은 Axial방식으로 스캔한 환자는 32.48 mGy, Helical방식은 33.15 mGy, Volume방식은 30.69 mGy로 나타나 진단참고준위보다 각 16.00%, 18.40%, 9.60%가 초과되어 나타났으며 DLP의 기준값은 370 mGy·cm인데 결과값은 Axial방식으로 스캔한 환자는 479.04 mGy·cm, Helical방식은 491.10 mGy·cm, Volume방식은 434.71 mGy·cm로 나타나 진단참고준위보다 각 29.47%, 32.73%, 17.49%가 초과되어 나타났다. 6-10세 이하의 CTDIvol의 기준값은 36 mGy인데 결과값은 Axial방식으로 스캔한 환자는 39.07 mGy, Helical방식은 39.22 mGy, Volume방식은 37.83 mGy로 나타나 진단참고준위보다 각 8.54%, 8.94%, 5.09%가 초과되어 나타났으며 DLP의 기준값은 500 mGy·cm인데 결과값은 Axial로 스캔한 환자는 560.55 mGy·cm, Helical방식은 562.95 mGy·cm, Volume방식은 528.75 mGy·cm로 나타나 진단참고준위보다 각 12.11%, 12.59%, 5.75% 초과되어 나타났다. 결과적으로 Helical방식이 진단참고준위 권고량을 가장 많이 초과하는 것으로 나타났으며 다음으로 Axial, Volume순으로 초과되어 나타났다.

Table 9. Comparison of CTDIvol, DLP average value of the scanning methods.

Scan type	Average CTDIvol					
	CTDIvol			DLP		
	1m-1	2-5	6-10	1m-1	2-5	6-10
Standard CTDI	20	28	36	260	370	500
Axial rate(%)	23.19	32.48	39.07	322.06	479.04	560.55
Helical rate(%)	23.43	33.15	39.22	328.20	491.10	562.95
Volume rate(%)	21.57	30.69	37.83	295.23	434.71	528.75
	15.96	16.00	8.54	23.87	29.47	12.11
	17.17	18.40	8.94	26.23	32.73	12.59
	7.69	9.60	5.09	13.55	17.49	5.75

### 3.2.4. 연령별 분류에 따른 평균스캔범위와 재설정된 스캔범위분석

연령별 분류에 따른 평균스캔범위와 건강보험심사평가원 제시하는 근거를 가지고 재설정된 스캔범위를 분석한 결과를 Table 10에 나타내었다. 1개월-1세 이하의 환자에서는 121.1±29.7 mm의 값에서 스캔범위를 사용하고 있었으며 평균값은 133.38 mm이며 재설정된 스캔범위는 112.20 mm로 재설정으로 인한 감소율은 15.88%이었다. 2-5세 이하의 환자에서는 132.7±36.7 mm의 값에서 스캔범위를 사용하고 있었으며 평균값은 151.52 mm이며 재설정된 스캔범위는 122.03 mm로 재설정으로 인한 감소율은 19.46%이었다. 6-10세 이하의 환자에서는 135.6±35.0 mm의 값에서 스캔범위를 사용하고 있었으며 평균값은 152.93 mm이며 재설정된 스캔범위는 132.59 mm로 재설정으로 인한 감소율은 13.30%이었다. 결과적으로 스캔범위의 재설정으로 인한 선량의 감소율이 가장 높은 것은 2-5세 이하의 환자이였으며 다음으로 1개월-1세 이하, 6-10세 이하의 순으로 나타났다.

Table 10. Scanning range setting to reset the scanning range according to age.

Age (year)	Scan range	Average scan range	Reset scan range	Reduction ratio(%)
1month-1	121.1 ± 29.7	133.38	112.20	15.88
2-5	132.7 ± 36.7	151.52	122.03	19.46
6-10	135.6 ± 35.0	152.93	132.59	13.30
Total		145.94	122.28	16.21

### 3.2.5. 진단참고준위의 CTDIvol과 DLP가 초과하는 그룹과 초과하지 않는 그룹의 스캔범위 분석

연령별로 진단참고준위의 CTDIvol과 DLP를 초과하는 그룹과 초과하지 않는 그룹으로 나누어 사용된 스캔범위의 차이를 분석하여 Table 11에 나타내었다. 1개월-1세 이하의 환자에서는 121.1±29.7 mm에서 스캔범위를 사용하고 있었으며 CTDIvol과 DLP가 초과하지 않는 그룹에서 사용된 스캔범위는 103.2±11.8 mm, 초과하는 그룹에서 사용된 스캔범위는 133.6±17.2 mm로 나타났다. 2-5세 이하의 환자에서는 132.7±36.7 mm에서 스캔범위를 사용하고 있었으며 CTDIvol과 DLP가 초과하지 않는 그룹에서 사용된 스캔범위는 110.5±14.5 mm, 초과하는 그룹에서 사용된 스캔범위는 148.2

±21.2 mm로 나타났다. 6-10세 이하의 환자에서는 135.6±35.0 mm에서 스캔범위를 사용하고 있었으며 CTDI vol과 DLP가 초과하지 않는 그룹에서 사용된 스캔범위는 117.8±17.2 mm, 초과하는 그룹에서 사용된 스캔범위는 153.8±16.7 mm로 나타났다. 결과적으로 진단참고준위의 CTDIvol과 DLP를 초과하지 않으려면 1개월-1세 이하의 연령에서는 103.2±11.8 mm에서 스캔범위를 이용하여야 하며 2-5세 이하의 연령에서는 110.5±14.5 mm, 6-10세 이하의 연령에서는 117.8±17.2 mm에서 스캔범위를 이용하여야 한다.

Table 11. Comparison results for the scan range.

Age (year)	Entire group	Within CT dose index group	Excess CT dose index group
1month-1	121.1 ± 29.7	103.2 ± 11.8	133.6 ± 17.2
2-5	132.7 ± 36.7	110.5 ± 14.5	148.2 ± 21.2
6-10	135.6 ± 35.0	117.8 ± 17.2	153.8 ± 16.7

### 3.2.6. 소아 두부 CT 검사 시 파라메타 제시

소아 두부 CT 검사 시 Table 10에서 보여주는 CTDI vol과 DLP가 초과하지 않는 스캔범위를 이용하여 다음과 같이 파라메타를 제시하여 Table 12에 나타내었다. 1개월-1세 이하의 연령에서 관전압을 100kVp로 사용할 경우 관전류량은 230mAs이하, 스캔범위로는 103.2±11.8 mm이하, 피치는 1.0 mm이하, 겐트리 회전시간은 2.0초 이하 조사야 크기는 180 mm이내로 사용해야 한다. 2-5세 이하의 연령에서는 관전압을 100kVp로 사용할 경우 관전류량은 300mAs이하, 관전압을 120kVp로 사용할 때 관전류량은 180mAs이하로 사용해야 하며 스캔범위는 110.5±14.5 mm이하, 피치는 1.0 mm이하, 겐트리 회전시간은 2.0초 이하 조사야 크기는 220 mm 이내로 사용해야 한다. 6-10세 이하의 연령에서는 관전압을 100kVp로 사용할 때 관전류량 350mAs이하, 관전압을 120kVp로 사용할 때 관전류량 200mAs이하로 사용해야하며 스캔범위는 117.8±17.2 mm이하, 피치는 1.0 mm이하, 겐트리 회전시간은 2.0초 이하 조사야 크기는 220 mm이내로 사용해야 하는 것으로 나타났다.

Table 12. Pediatric bead CT scan during irradiation conditions set.

Parameters	Conditions				
	1month-1	2-5	6-10		
Tube voltage (kVp)	100	100	120	100	120
Tube current time (mAs)	230	300	180	350	200
Scan range (mm)	103.2 ± 11.8	110.5 ± 14.5		117.8 ± 17.2	
Pitch (mm)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Rotation time (sec)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
SFOV (mm)	180	220	220	220	220

## IV. DISCUSSION

국제원자력기구(International Atomic Energy Agency. IAEA)의 소아방사선 권고사항을 살펴보면 가능한 한 관전압을 높이고 관전류를 낮추어 조사선량을 감소시켜야 한다고 하였다. 또한 소아환자는 체구가 작아 산란선이 있어도 충분한 영상 정보를 얻을 수 있으므로 소아환자용 자동노출제어장치(automatic exposure control. AEC)를 설계하여 이용하도록 권고하고 있다. 하지만 임상에서 이용되고 있는 프로토콜을 조사한 결과 진단참고준위에 맞게 설계되어진 프로토콜을 이용하기 보다는 성인의 프로토콜을 그대로 사용하거나 소아 프로토콜이 있다하더라도 조사되는 선량의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이용되어진 관전압은 80-120kVp로 차이가 없었으나 특히 관전류-량은 40-420mAs로 그 차이가 크게 나타났다. 이것은 어린이 CT 영상의학 검사의 환자선량 권고량 가이드라인<sup>12)</sup>에서 주요병원의 소아 두부 CT 프로토콜 조사결과 값인 51-275mAs보다 이용된 선량의 차이가 큰 것으로 나타났다. 또한 소아 두부 CT 검사의 경우 대부분의 의료기관에서 일반적으로 Axial scan방식으로 검사가 진행되는 것으로 알고 있었으나 본 연구 결과 Helical scan방식으로 이용하는 경우가 전체의 84.82%를 차지하고 있었다. 이것은 소아환자의 경우 협조가 잘 되지 않기 때문에 Axial scan방식에서는 진정(sedation)이 필요했으나 스캔시간이 짧은 Helical scan을 이용하면 별도의 진정없이 검사가 가능하기 때문에 Helical scan방식으로 사용하는 추세로 변화된 것이라 생각된다. 선량지표 분석결과 병원별 분류에서는 병원, 종합병원, 상급종합병원 순으로 CTDIvol과 D

LP가 높은 것으로 조사되었고 연령별 분류에서는 2-5세 이하, 1개월-1세 이하, 6-10세 이하의 순으로 진단참고준위를 초과하여 나타나고 있었다. 이는 연령이 낮을수록 방사선에 대한 관리가 더욱 필요하다고 할 수 있는데 본 연구결과 6-10세 이하의 연령에 비해 더 낮은 다른 두 연령별에서 진단참고준위를 초과하는 환자수와 초과되는 비율이 높게 나타났다. 그러므로 조사대상자 중 47.68%를 차지하는 2-5세 이하의 연령에서 진단참고준위를 초과하는 비율이 가장 높게 나타나 소아 두부 CT 검사에서 프로토콜의 관리가 절대적으로 필요함을 보여준다. 스캔방법별 CTDIvol과 DLP의 평균선량분석 결과 Helical, Axial, Volume scan방식의 순으로 선량이 높게 나타났는데 이것은 Helical scan방식이 Axial scan방식에 비해 영상 구성에 사용되지 않는 방사선 영역이 존재함으로써 환자에 대한 방사선 피폭이 상대적으로 증가되고 X선 사용의 효율성은 감소한다는 연구결과<sup>13)</sup>와 동일하게 나타났다. 스캔범위는 조사되는 환자의 부피를 조절하는데 고속 스캐너의 등장과 함께 스캔 길이가 많이 증가하고 있다<sup>14)</sup>. 따라서 본 연구결과에서도 검사 시 이용되어진 실제 평균스캔범위와 진단참고준위에 맞게 재설정된 스캔범위를 비교하면 스캔범위가 과하게 설정되었음을 알 수 있었다. 스캔범위의 재설정으로 인한 선량의 감소율을 살펴보면 병원별 분류결과 병원, 종합병원, 상급종합병원의 순으로 선량의 감소율이 높게 나타나 병원별로 스캔범위 영역의 차이가 많은 것으로 나타나 교육이 필요할 것으로 보이며 연령별 분류에 따른 선량의 차이는 본 논문에서 제시하는 프로토콜을 참고하여 검사한다면 소아 두부 CT 검사 시 방사선피폭을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

## V. CONCLUSION

결론적으로 소아 두부 CT 검사 시 CTDIvol과 DLP가 초과되는 원인은 올바른 소아 전용 프로토콜을 사용하지 않았기 때문이다. 소아는 소아 전용 프로토콜로 촬영하는 것이 원칙이나 성인의 프로토콜을 이용하거나 특별한 기준 없이 단순히 검사자의 경험에 따른 보정으로 검사하여 초과된 선량으로 검사하는 경우가 많은 것으로 조사되었다. 또한 CTDIvol에 비해 DLP가 초과되는 비율이 높게 나타나 과도하게 설정된 검사범위로 인한 DLP의 증가로 분석된다. 따라서 본 연구에

서 제시하는 연령별 스캔파라메타와 검사범위를 준수한다면 소아 두부 CT 검사 시 방사선피폭선량을 상당히 낮출 수 있을 것으로 판단된다.

## Reference

- [1] T. Kubo, Y. Ohno, H. U. Kauczor, H. Hatabu, "Radiation dose reduction in chest CT-Review of available options", *Europe Journal of Radiology*, Vol. 83, pp. 1953-1961, 2014.
- [2] J. D. Yeo, I. H. Go, "A Study on Perception by Examiners of the Radiology Department about Exposure to Radioactivity", *Journal of Korean Society of Radiology*, Vol. 7, No.5, pp. 321-331, 2013.
- [3] K. Hamwan, A. Krisanachinda, P. Pasawang, "The determination of patient dose from 18F-FDG PET/CT examination", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 141, No. 1, pp. 50-55, 2010.
- [4] E. L. Nickoloff, P. O. Alderson, "Radiation exposure to patients from CT: reality public perception and policy", *American Journal of Roentgenology*. Vol. 176, pp. 285-287, 2001.
- [5] J. Aldrich, J. Williams, "Change in patient doses from radiological examinations at the Vancouver general hospital", *American Journal of College Radiology Protection*, Vol. 56, No. 5 pp. 94-99, 2005.
- [6] S. J. Golding, P. C. Shrimpton, "Radiation dose in CT: are we meeting the challenge", *British Journal of Radiology*, Vol. 75, pp. 1-4, 2002.
- [7] Health Insurance Review & Assessment Service. 2005 National health insurance Statistical yearbook. Seoul: Health Insurance Review & Assessment Service: 2006
- [8] M. Mahesh, E. K. Fishman, "CT dose reduction strategy: to modulate dose or not in certain patients", *American Journal of College Radiology Protection*, Vol. 9, pp. 931-932, 2012.
- [9] L. M. Hamberg, J. T. Rhea, G. J. Hunter, J. H. Thrall, "Multi-detector row CT: radiation dose characteristics", *Radiology* Vol. 226, pp. 762-772, 2003.
- [10] M. F. McNitt-Gray, "AAPM/RSNA Physics tutorial for residents: topics in CT, radiation dose in CT", *RadioGraphics* Vol. 22, pp.1541-1553, 2002.
- [11] Commission of the European Communities (CEC),

"Quality Criteria for Computed Tomography", European Guidelines, European journal of clinical microbiology & infectious diseases 16262, Luxembourg, 1999.

- [12] Korea Food & Drug Administration, "Standard diagnostic reference level (DRL) for the pediatric brain CT recommended", Radiation Safety Management Series, No. 31, 2012.
- [13] H. W. Goo, "Pediatric CT: understanding of Radiation dose and Optimization of Imaging Techniques", Journal of Korean Society of Radiology, Vol. 52, pp. 1-5, 2005.
- [14] "Managing patient Dose in Computed Tomography" ICRP Publication 87, p. 20, 2000.



# 소아 두부 컴퓨터단층촬영검사에서 선량지표 분석을 통한 방사선 피폭선량 감소 방안에 대한 연구

김현진<sup>1</sup>, 이효영<sup>2</sup>, 임인철<sup>2\*</sup>, 유윤식<sup>2</sup>

<sup>1</sup>동의대학교 대학원 보건의과학과

<sup>2</sup>동의대학교 방사선학과

## 요 약

본 연구에서는 소아 두부 CT 검사에 있어서 피폭 방사선량을 경감할 수 있는 방법을 모색하고자 부산지역 병원들에서 시행된 년 간 소아 두부 CT 검사에 대한 CT 선량지표(CTDI)를 국내 진단참고준위와 비교하여 분석함으로써 제안점을 도출하고자 하였다. 결과적으로 병원별 분류에서는 병원, 종합병원, 상급종합병원 순으로 권고량이 초과하는 것으로 나타났으며 연령별 분류에서는 2-5세 이하, 1개월-1세 이하, 6-10세 이하 순으로 권고량이 초과하는 것으로 나타났다. 스캔방식별 분류에서는 Helical, Axial, Volume방식 순으로 권고량이 초과하고 있었으며 스캔범위를 진단참고준위에 맞게 재설정된 결과 상급종합병원에서 재설정으로 인한 감소율은 11.68%, 종합병원에서 15.79%, 병원에서 20.66%로 초과율이 높게 나타났다. 그리고 환자선량 권고량 가이드라인을 벗어나지 않는 환자의 평균 스캔범위의 분석결과 1개월-1세 이하에서  $103.2 \pm 11.8$  mm, 2-5세 이하에서  $110.5 \pm 14.5$  mm, 6-10세 이하에서는  $117.8 \pm 17.2$  mm로 나타났다.

중심단어: 의료영상저장정보시스템, 의료전자차트, CT 선량지표, 진단참고준위