

# Assessment of DRL for Computed Tomography in Local Hospital

Seok-Yoon Choi\*

Department of Radiological Science, Catholic University of Pusan

Received: October 04, 2022. Revised: October 24, 2022. Accepted: October 31, 2022.

## ABSTRACT

In the field of imaging medicine, computed tomography is one of the most common test methods and one of the most frequently used test methods in hospitals. However, it is accompanied by a very high radiation exposure compared to other test methods. In order to reduce exposure, CT scans should be performed only when absolutely necessary, and even if the tests are performed because they are absolutely necessary, a protocol that serves the purpose of the test and allows the test to be performed in a small dose should be used. In this study, we wanted to learn about the most up-to-date radiation dose usage information used by the region's leading general hospitals and develop a diagnostic reference level (DRL). In the experimental results, the Head CT and Abdomen CT tests showed that DLP was higher than the NRPB (U.K) and Korean DRL. The DLP values used by Chest CT were low for all 3 types of CT devices. The hospital found that efforts to reduce exposure should be made during CT examinations, and in particular, Head CT and Abdomen CT determined that efforts to reduce exposure were necessary.

Keywords: Computed Tomography, Dose Reduction, Diagnostic reference level

## I. INTRODUCTION

컴퓨터단층촬영(Computed Tomography, CT) 검사는 현대 의학에서 매우 중요하고 자주 사용되는 장비이다. 그러나 상대적으로 높은 방사선피폭으로 인해서 주의가 필요하다<sup>[1]</sup>. 미국인 1인당 연간 유효 선량은 6.2 mSv, 의료 방사선 이용으로 인한 피폭은 3.0 mSv 정도로 많은 부분을 차지하고 있고 해당 내용과 기타 내용에 대해서는 미국 방사선방어 협회(National Council on Radiation Protection)에서 보고하고 있다<sup>[1,3]</sup>.

피폭을 저감하기 위하여 저화질의 영상을 사용하기도 한다. 그러나 질병 진단의 민감도를 높이기 위해서 고화질 영상이 필요하고 정확한 진단을 이끌어 내는데 긍정적인 역할도 하지만, 환자피폭을 고려한 건강한 검사가 되기 위해서는 검사 시 피폭 저감을 위한 노력도 동시에 필요하다<sup>[1,2]</sup>.

CT 검사 시 발생하는 피폭은 필수적인 요소로 존재하나 적은 양의 피폭이라도 선량관리를 한다면 극단적으로 무해하게 검사를 완료 할 수 있고, 대량의 과다피폭이 존재 할 경우 지속적인 관리를 통해서 피폭저감 효과를 볼 수 있다. 장비를 사용 시 파라미터 설정의 자동화 기술과 화질개선 기술의 향상으로 과거에 비해 선량관리가 쉬워진 것은 사실이다. 그러나 최적의 조건으로 사용하지 않는다면, 최신 기술이 탑재된 장비라 할지라도 과다 피폭의 상황은 피할 수 없다. 지속적인 모니터링 및 피폭관리와 개선 의지만이 최종 해결책이 될 수 있다.

의료피폭감소와 환자 안전을 위해서 국제방사선 안전위원회에서 CT 검사 시 발생하는 피폭의 가이드 라인을 제시하고 있고 국가단위, 지역단위, 병원에서는 수준에 맞는 환자선량권고량 (Diagnostic Reference Level, DRL)을 설정하도록 제시하고 있

\* Corresponding Author: Seok-Yoon Choi

E-mail: image@cup.ac.kr

Tel: +82-51-510-0585

다. 가이드라인에 따라 계산되는 값을 이용하여 병원에서 시행하는 CT 검사의 사용선량의 수준을 알 수 있어 지속적 피폭관리 방법의 개선에 이용 할 수 있다. 본 연구에서는 지역에서 대표적 상급종합병원 (800병상 이상)에서 사용하는 CT 검사의 방사선피폭의 정도를 살펴보고 이에 따른 환자선량권고량(DRL)을 개발하여 해당 병원에 사용 선량 저감 정보를 제공하고자 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 실험영상 획득 및 화질분석

본 연구는 2019년 5월부터 2019년 12월까지 한국 부산 지역에 위치한 상급종합병원 CT센터에서 실시한 3종의 CT의 결과를 후향적 분석을 하였다. 센터에서는 3종의 지멘스 CT 스캐너를 사용하였고 두부, 흉부, 복부의 사용선량에 대해서 기록하였다. 확보한 자료로부터 재검사, 스캔범위의 초과, 어린이 및 소아의 검사결과에 대해서는 제외하였다. 이상적 모드의 나선형 CT 데이터만 사용하였다.

#### 1.1. 피폭선량 측정

CT dose index (CTDI), volume CT dose index (CTDI<sub>vol</sub>), dose length product (DLP)는 CT 검사 시 표시창에 출력되어 선량의 정도를 나타낼 수 있다. 이 값은 실시간 계측값이 아니며, 표준편법을 이용한 챔버를 통해 계측된 값이 저장되어 있고 CT 검사 시 같은 파라미터 환경에 따라 호출하여 표시한다. 따라서 환자의 나이, 키, 몸무게, 체형 등 고유한 차이를 반영하지는 못한다. 선량관리를 위해서 대부분의 CT에서는 이와 같은 예측선량을 계산하여 나타내고 dose report에 기록하여 환자의 피폭평가를 한다. 유효선량값은 DLP에 변환인자값을 곱하면 계산이 되지만, 선량관리에서는 DLP 값이 중요하게 판단되고 있다<sup>[3]</sup>.

#### 1.2. CT에서 피폭선량 모니터링

##### 1) CTDI<sub>vol</sub>

환자선량의 평가를 정확하게 하기 위해 도입되어 사용되는 스캔축에서의 CTDI로 Z 축에서 노출의 변동을 감안한 값으로 정의한다. Eq. (1)과 같다.

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

$$CTDI_{vol} = CTDI_w \times NT/I$$

NT : 영상을 얻는 동안 전체 빔의 두께

I : 나선형 CT에서 회전당 움직인 거리

### 2) Dose-Length Product (DLP)

모든 영상에 대한 총 선량의 측정값으로 CTDI<sub>vol</sub>에 스캔 길이를 곱한다. Eq. (2)와 같다.

$$DLP(mGy\cdot cm) = CTDI_{vol} \cdot scan\ length \quad (2)$$

### 2. 환자권고선량(DRL)

환자권고선량은 영상의학 분야에서 환자선량을 평가하고 수준 조절을 판단하기 위한 좋은 지표로서 해당 병원의 CT 사용선량을 최적화 하는 도구로 활용할 수 있고 전문적인 판단에 대한 보조 자료로도 활용된다. 보통 선량분포조사를 거쳐서 얻어진 3사분위수(75%) 값으로 정한다<sup>[3,8]</sup>. 임상에서는 시술이나 CT 검사 시 환자가 받는 선량이 DRL보다 높다면 지속적인 CT 파라미터를 조절을 통한 최적화에 대한 노력이 필요하다.

## III. RESULT

두부 검사자 150명, 흉부 검사자 54명, 복부 검사자 100명으로 진행되었다. Dose report를 참하여 후향적으로 분석하였으며, 스캔 파라미터(kVp, mAs, 슬라이스 두께, 선량)에 대한 분석이 수행되었다. Table 1, 2와 같다.

Abdomen CT에서는 45초 지연영상과 75초 지연영상이 포함된 환자가 다수 있었고 본 실험에 포함하였다. 각 부위별 검사의 연령대 평균 분포는 52.58세 ~ 64.48세로 나타났다. 조영제 사용전과 사용 후의 노출조건은 약간의 차이는 있으나 유사하게 나타났다. 조영제 사용 전 관전압 평균값이 가장 높게 사용된 곳은 흉부 검사 SOMATOM Drive에서 가장 높게 나타났다. 관전류 평균값이 가

장 높게 사용된 곳은 복부 검사 SOMATOM Drive에서 가장 높게 나타났다. 조영제 사용 후 관전압 평균값이 가장 높게 사용된 곳은 두부 검사 SOMATOM Perspective에서 가장 높게 나타났다. 관전류 평균값이 가장 높게 사용된 곳은 두부 검사 SOMATOM Drive에서 가장 높게 나타났다.

Table 3, 4에서 각 장비에 대한 조영제 사용 전·후의 두부, 흉부, 복부의 검사를 시행한 환자에 대해서 선량비교를 하였다. 순차 모드로 획득한 CT에

대한 CTDI<sub>vol</sub> 및 DLP의 값을 제시하였다. CTDI<sub>vol</sub>, DLP 값에서 제시된 선량의 평균 및 3번째 4분위 수 값을 Table 5에 제시하였고 Fig. 1 - 3에서 지역 병원의 CT 센터에서 사용하는 DLP는 NRPB(U.K)와 Korea DRL 지침과 비교하여 제시하였다. Fig 1과 같이 두부 CT의 경우, SOMATOM Drive, SOMATOM Defi AS+는 한국과 U.K의 기준과 비슷하지만, SOMATOM Perspective,에서 사용선량이 매우 높은 것으로 나타났다.

Table 1. Exposure conditions by equipment for CT scan before contrast medium use

Exam.	Vendor (SOMATOM)	Age	kVp	mAs
Head CT	Drive	52.58 ± 14.57	120.09 ± 0.99	179.02 ± 6.93
	Perspective	54.11 ± 10	130 ± 0	130 ± 0
	Defi AS+	55 ± 7.75	120 ± 0	180 ± 0
Chest CT	Drive	63.22 ± 16.94	140 ± 0	52.48 ± 18.80
	Perspective	53.11 ± 12.09	110 ± 0	17.13 ± 2.59
	Defi AS+	64.47 ± 12.47	120 ± 0	24.86 ± 13.82
Abdomen CT	Drive	55.52 ± 15.46	94.21 ± 5.07	183.57 ± 67.18
	Perspective	62.47 ± 14.05	110 ± 0	94.5 ± 18.34
	Defi AS+	58.41 ± 15.61	100.46 ± 3.05	163.40 ± 24.28

Table 2. Exposure conditions by equipment for CT scan after contrast medium use

Exam.	Vendor (SOMATOM)	Age	kVp	mAs
Head CT	Drive	52.58 ± 14.57	120.25 ± 1.6	177.46 ± 11.04
	Perspective	54.11 ± 10	130 ± 0	130 ± 0
	Defi AS+	55 ± 7.75	120 ± 0	180 ± 0
Chest CT	Drive	61.83 ± 17.53	103.82 ± 7.68	110.70 ± 19.10
	Perspective	55 ± 12.08	110 ± 0	53.09 ± 11.56
	Defi AS+	65.38 ± 10.74	106.67 ± 9.54	123.05 ± 27.33
Abdomen CT (pre)	Drive	60.91 ± 19.86	93.33 ± 8.88	138.08 ± 37.85
	Perspective	54.09 ± 8.94	110 ± 0	54.36 ± 14.02
	Defi AS+	56.66 ± 14.64	108.33 ± 10.99	120.25 ± 30.24
Abdomen CT (70 sec)	Drive	55.52 ± 15.46	93.33 ± 8.88	138.08 ± 37.85
	Perspective	62.47 ± 14.05	110 ± 0	96.44 ± 12.88
	Defi AS+	58.41 ± 15.61	100.47 ± 3.05	219.44 ± 34.72

Table 3. Distribution of dose values by equipment for examination before contrast medium use

Exam	Vendor (SOMATOM)	Age	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)	DLP (mGy·cm)
Head CT	Drive	52.58 ± 14.57	29.71 ± 2.36	487.95 ± 0.6
	Perspective	54.11 ± 10	30.16 ± 0	599.99 ± 26.48
	Defi AS+	55 ± 7.75	30.42 ± 0	499.54 ± 27.35
Chest CT	Drive	61.83 ± 17.53	1.51 ± 0.53	55.65 ± 20.84
	Perspective	55 ± 12.08	1.31 ± 0.19	51.41 ± 7.09
	Defi AS+	65.38 ± 10.74	1.71 ± 0.93	50.95 ± 12.29
Abdomen CT	Drive	60.91 ± 19.86	5.71 ± 2.03	206.43 ± 98.66
	Perspective	54.09 ± 8.94	6.99 ± 1.35	271.41 ± 68.54
	Defi AS+	56.66 ± 14.64	6.58 ± 1.40	250.41 ± 79.86

Table 4. Distribution of dose values by equipment for examination after contrast medium use

Exam	Vendor (SOMATOM)	Age	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)	DLP (mGy·cm)
Head CT	Drive	52.58 ± 14.57	29.47 ± 3.46	498.63 ± 43.75
	Perspective	54.11 ± 10	30.16 ± 0	599.99 ± 26.48
	Defi AS+	55 ± 7.75	30.42 ± 0.17	498.83 ± 0.6
Chest CT	Drive	61.83 ± 17.53	3.76 ± 0.88	161.26 ± 41.33
	Perspective	55 ± 12.08	3.96 ± 0.86	171.87 ± 36.21
	Defi AS+	65.38 ± 10.74	5.81 ± 1.27	227.33 ± 54.66
Abdomen CT (pre)	Drive	60.91 ± 19.86	4.03 ± 0.95	168.4 ± 38.63
	Perspective	54.09 ± 8.94	4.04 ± 1.05	192.74 ± 38.22
	Defi AS+	56.66 ± 14.64	6.12 ± 2.32	277.41 ± 105.56
Abdomen CT (70 sec)	Drive	55.52 ± 15.46	4.03 ± 2.03	168.4 ± 38.63
	Perspective	62.47 ± 14.05	7.14 ± 0.94	276.84 ± 58.49
	Defi AS+	58.41 ± 15.61	8.84 ± 2.06	340.55 ± 113.64

Table 5. DRLs according to CT scan and equipment (mGy·cm)

Vendor (SOMATOM)	Head	Chest	Abdomen
Drive	1015.50	224.0	708.0
Perspective	1256.75	260.0	708.75
Defi AS+	1028.0	313.50	776.0

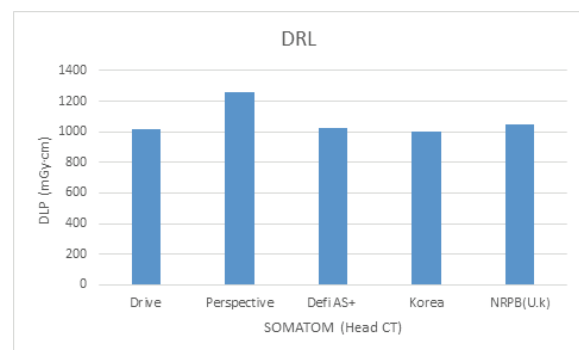


Fig. 1. Comparison of DRL using DLP value. (Head CT)

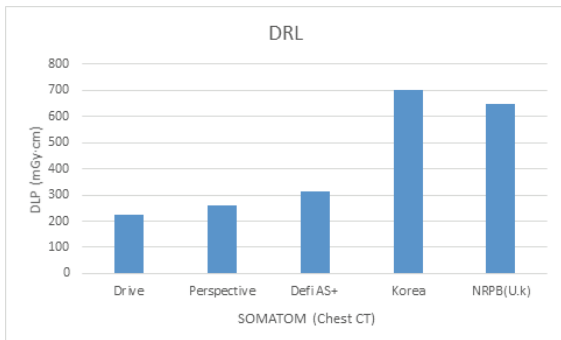


Fig. 2. Comparison of DRL using DLP value. (Chest CT)

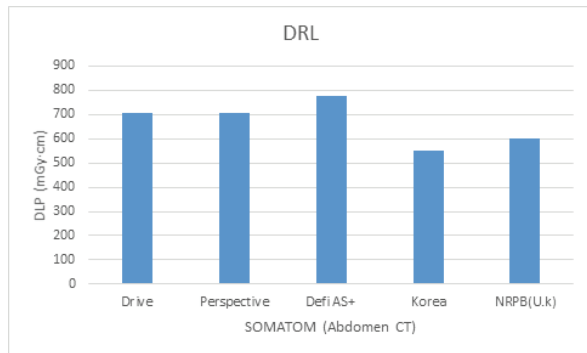


Fig. 3. Comparison of DRL using DLP value. (Abdomen CT)

Fig 2에서 흉부 CT의 경우 모든 CT모델에서 낮게 나타났다. Fig 3에서 복부 CT의 경우, SOMATOM Drive, SOMATOM Perspective, SOMATOM Definition 모두 한국과 U.K. 보다 사용선량이 높은 것으로 나타났다. Table 3과 같이 두부 CT, 복부 CT검사에서 사용한 DLP 값은 NRPB(U.K) 와 Korea DRL과 비교하여 높게 나타났고 흉부 CT검사에서 사용한 DLP 값은 CT장치 3종 모두 낮게 나타났다.

실험결과, 지역에 위치한 본 실험의 대상이 되었던 CT센터 에서는 사용선량에 있어 두부 CT와 복부 CT는 모두 선량 저감을 위한 노력이 필요하고, 흉부 CT는 NRPB(U.K) 와 Korea DRL 지침에서 요구하는 수준을 유지하는 것으로 나타났다.

본 연구를 통해서 지역병원에서의 흉부 CT의 DLP 값을 확인한 결과 CT장치 3종 모두 낮게 나타났다.

#### IV. DISCUSSION

두부 CT 검사를 하는 동안 은 약 50 mGy의 선량을 받고 있다고 알려져 있다. 수정체혼탁, 백내장에 대한 한계선량의 경우 한 번의 노출은 0.5~2.0 Gy, 반복된 노출은 0.15 Gy/년으로 알려져 있고 방사선 노출을 감소하는 노력은 시각장애, 백내장, 소아 환자 등 민감성이 높은 환자와 검사의 특성상 반복이 필요한 검사에서 특히 중요하다. 흉부 및 복부에서도 CT검사로 인해서 피폭이 증가하고 있다<sup>[2]</sup>. 흉부의 경우는 방사선 감약계수 차이가 매우 큰 조직으로 되어 있고 폐 구역에 위치한 병변의 형태와 밀도에 따라서 노출을 적절하게 설정해야 할 필요가 있으며, 자동선량조절(auto tube current modulation) 방식이 적용되고 있다.

DRL을 계산하기 위해서 CTDI<sub>w</sub>와 DLP 값을 이용한다. CTDI<sub>w</sub>와 DLP은 머리팬텀, 몸통팬텀을 대상으로 표준 스캔 프로토콜에 의해서 계산한다. 다음 CTDI<sub>w</sub>와 DLP의 평균값을 국가별로 지정한 값이나 주변병원과 비교하여 상대적 차이를 알 수 있다, 계산결과 DRL이 기준 사분위를 넘는다면 어떠한 검사라도 정당화해서는 안되고 해당 내용을 이해하고 즉시 선량 감축을 위한 여러 가지 시도를 시행해야 하고<sup>[6]</sup> 현재 프로토콜을 수정해야만 한다.

부산지역에 대한 DRLs를 연구를 한 사례는 매우 부족하다. 본 연구는 해당 병원의 선량관리 수준을 연구하는데 도움을 줄 수 있고, 향후 연구에서는 지역의 다수의 병원을 대상으로 연구를 실시하고 수도권과 지역과의 차이를 제시하는 연구로 발전할 계획이다. 나아가 국제적 수준과 지역의 수준을 비교해 보는 연구로도 발전 할 수 있어 연구의 확장성이 높다고 판단한다.

#### V. CONCLUSION

해당 병원에서는 CT 검사 시 피폭 저감을 위한 노력이 반드시 필요한 것으로 나타났다. 특히 두부 CT, 복부 CT에서 주의가 필요하였다. 본 연구의 결과는 지역 내 다른 병원, 타 지역 병원, 국가단위의 조사 시 참고자료로 활용될 것으로 판단한다.

## Acknowledgement

이 논문은 2021년도 부산가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음.

## Reference

- [1] W. J. Lee, B. S. Ahn, Y. S. Park, "Radiation Dose and Image Quality of Low-dose Protocol in Chest CT: Comparison of Standard-dose Protocol", *Journal of Radiation Protection and Research*, Vol. 37, No. 2, pp. 84-89, 2012.  
<http://dx.doi.org/10.14407/jrp.2012.37.2.084>
- [2] S. M. Kwon, J. S. Kim, "The Evaluation of Eye Dose and Image Quality According to The New Tube Current Modulation and Shielding Techniques in Brain CT", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 9, No. 5, pp. 279-285, 2015.  
<http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2015.9.5.279>
- [3] K. H. Do, D. W. Sung, "Strategies of computed tomography radiation dose reduction: justification and optimization", *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 58, No. 6, pp. 534-541, 2015.  
<http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2015.58.6.534>
- [4] J. I. Choi, D. G. Na, H. H. Kim, Y. M. Shin, K. J. Ahn, J. Y. Lee, "Quality Control of Medical Imaging", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 50, No. 5, pp. 317-331, 2004.
- [5] Ministry of Health, Welfare and Family Affairs, Guidelines for recommended patient dose in CT X-ray examination, Radiation Safety Management Series, No. 19, 2009.
- [6] ICRP Publication 87, "Managing Patient Dose in Computed Tomography", 2001.
- [7] 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>

## 지역병원에서의 전산화단층촬영 검사에 대한 DRL 평가

최석윤\*

부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과

### 요 약

영상의학 분야에서 컴퓨터단층촬영(Computed Tomography, CT) 검사는 가장 보편화된 검사 방법 중의 하나이고 병원에서 이용 빈도가 매우 높은 검사 방법 중의 하나이다. 그러나 다른 검사 방법에 비해 매우 높은 방사선 피폭을 동반한다. 피폭 저감화를 위해서 CT 검사가 꼭 필요한 경우만 검사를 시행하는 방법과 꼭 필요해서 검사를 시행하는 경우에도 검사의 목적에 부합하고 적은 선량으로 검사를 시행할 수 있는 프로토콜을 사용해야 한다. 본 연구에서는 지역의 대표적 종합병원에서 사용하고 있는 가장 최신의 방사선량 사용정보를 알아보고 진단기준수준(Dignostic Reference Level, DRL)을 개발하고자 하였다. 실험결과 두부 CT, 복부 CT검사에서 DLP는 NRPB(U.K) 와 Korea DRL보다 높게 나타났다. 흉부 CT의 사용 DLP 값은 CT장치 3종 모두 낮게 나타났다. 해당 병원에서는 CT 검사 시 피폭 저감화를 위한 노력을 해야 하는 것을 알 수 있었고 특히 두부 CT, 복부 CT에서 피폭 저감의 노력이 필요하다고 판단한다.

중심단어: 컴퓨터단층촬영검사, 피폭저감, 병원, 환자선량권고량

### 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	최석윤	부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과	교수