

# Evaluation of Effective Dose for Asian Adult Men on Dental Cone-Beam Computed Tomography using Personal Computer Based Monte Carlo Simulation

Hae-Soo Joun<sup>1</sup>, Youngjun Kim<sup>2</sup>, Jungsu Kim<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Bio-health Convergence, Graduate School of Maister, Daegu Health College

<sup>2</sup>Department of Early Childhood Education, Daegu Health College

<sup>3</sup>Department of Radiologic-technology, Daegu Health College

Received: September 23, 2024. Revised: November 22, 2024. Accepted: November 30, 2024.

## ABSTRACT

Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) for dental diagnosis has been used for maxillofacial imaging in dental radiology for many years, and increasing in popularity. The number of such inspections increased by approximately 32.4% from 850,000 in 2020 to 1.12 million in 2022. With the increase in dental radiology examinations, the collective effective dose from dental radiology increased by approximately 19.4% from 766 man·Sv in 2020 to approximately 914 man·Sv in 2022. In this study, the effective dose of Cone Beam CT examination was evaluated using Personal Computer(PC)-based computer simulation.

The simulation were set identically to the test conditions of the imaging equipment (RCT-820 Ray Co., Ltd.) and compared two methods with Field Of View(FOV) values of 18×16.5 cm and 16×10 cm and an asian adult men phantom was used. The average result at 18×16.5 cm FOV was 223.1  $\mu Sv$ , and the effective dose value at 16×10 cm FOV was averaged at 122.8  $\mu Sv$ . As the irradiation area became smaller, the effective dose value decreased, and the absorbed dose to organ was 1.6  $mSv$  in the 18×16.5 cm FOV, indicating a considerably high tissue equivalent dose.

As a result, this study finds the importance of appropriate FOV setting and protective equipment such as a thyroid protector when Cone Beam CT test is performed at a dental site. Also, It is believed that it can be expected that dental medical workers will be able to actively and carefully control irradiation dose settings using the easy-to-use PCXMC program.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography, PC based Monte Carlo simulation, Effective dose, Equivalent dose

## I. INTRODUCTION

치과진단용 콘빔시티(Cone-Beam Computed Tomography, CBCT)는 수년 동안 치과영상 의학 분야 악안면 영상화에 사용되어 왔으며, 그 사용 빈도 또한 증가하고 있다<sup>[1]</sup>. 질병관리청 자료에 따르면 2022년 국내 치과 진단용 방사선 촬영장치는 총 46,921대로 이 중 16,102대의 콘빔시티 장비가 설치되어 있다<sup>[2]</sup>. 치

과용 콘빔시티 촬영은 치아 발치 시 치아의 뿌리와 주변 치아가 신경과 가까울 때 위치를 입체적으로 정확하게 보기 위해 촬영을 진행하거나, 임플란트 식립 부위, 뼈의 상태, 주변 구조물 등의 정확한 확인 및 판단을 위해 검사를 진행한다. 일반 전신용 시티에 비해 콘빔시티는 상대적으로 낮은 선량과 가격 때문에 구강 악안면 방사선영역에서 근관치료, 악·안면 수술, 치주, 보존, 교정학 영역으로 확

\* Corresponding Author: Jungsu Kim

E-mail: rtkjs01@dhc.ac.kr

Tel: +82-53-320-1318

대되어 사용하고 있다. 특히 교정학 영역에서 안면 발달, 교합발달과 악안면 기형의 치료에 대한 이차원적인 영상을 통한 치료는 한계를 보이며 이를 해결하기 위해 삼차원적 영상 구현이 가능한 콘빔시티의 수요가 증가하고 있다<sup>[3]</sup>. 치과용 콘빔시티의 검사 건수는 2020년 85만 건에서, 2022년 112만 건으로 약 32.4% 증가하였다<sup>[2]</sup>. 치과용 영상의학검사의 증가에 따라 치과용 영상의학에 의한 집단 유효선량은 2020년 766 man·Sv에서 2022년 약 914 man·Sv로 약 19.4% 증가하였다<sup>[2]</sup>. 이처럼 의료방사선의 사용은 환자에게 방사선 피폭을 유발하지만, 직접적으로 환자에게 이득을 제공하기 때문에 방사선량의 한도를 두지 않는다. 그러나 불필요한 방사선으로부터 환자를 보호하기 위해 “합리적으로 달성 가능한 낮게(As Low As Reasonably Achievable, ALARA)”를 원칙으로 하고 있다<sup>[2]</sup>.

유효선량의 낮은 선량의 전리방사선에 노출되었을 때 확률적 위험도의 측정을 제공하기 위해 개발되었으며, 이는 연령, 성별 유전적 방사선민감도의 평균값을 가지는 조직체에 대한 위험도를 나타내지만 여러 가지 다른 촬영법의 상대적인 위험도를 비교하는데 유용한 도구로 사용된다. 서로 다른 촬영법, 촬영기 또는 프로토콜을 동일한 방법으로 선량을 측정하여 어느 것의 위험도가 더 크고 작은지 평가할 수 있다.

몬테카를로 기법은 방사선과 물질의 상호작용을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 확인하고 방사선량을 평가하는 기법으로 알려져 있다. 이러한 기법을 적용한 프로그램은 Electron Gamma Showr (EGS), GEometry ANd Tracking (GEANT), FLUktuierende KAskade (FLUKA), Monte Carlo N-Particle Extended (MCNPX) 등이 있다<sup>[6]</sup>. 이들 시뮬레이션 기법은 비교적 정확한 선량의 평가가 가능하지만 복잡한 컴퓨터 코드를 작성해야 하므로 임상현장의 의료진이 직접 코드를 작성하기에는 어려움이 있다. 이러한 단점을 극복하고 임상현장의 의료진이 손쉽게 사용할 수 있는 시뮬레이션 기법으로 개인용 컴퓨터(Personal Computer, PC)기반의 시뮬레이션 프로그램인 PCXMC (Radiation and Nuclear Safety Authority in Finland)가 임상현장에서 선량평가 기법

으로 사용되고 있다<sup>[7-9]</sup>.

이에 본 연구에서는 임상현장에서 손쉽게 사용할 수 있는 PC기반 전산모사프로그램인 PCXMC 2.0프로그램을 이용하여 한국인을 포함하는 아시아 성인 남자 대한 치과 진단용 콘빔시티 검사 시 노출 방사선량을 평가하고자 하였고 국제방사선방어위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)103에 따른 장기 흡수선량 및 유효선량을 분석하였다.

## II. MATERIAL AND METHODS

실험에 사용한 콘빔시티 촬영장치는 임상현장에서 사용하는 RCT-820(Ray Co., Ltd., Korea)을 선정하였으며, 제조사에서 제시하는 고정촬영조건의 면적선량(Dose Area Product, DAP) 값을 입력하여 장기 흡수선량 및 유효선량을 계산하였다. 실험장비의 최대 조사면적(Field Of View, FOV)은 18.0 cm × 16.5 cm 이며, 조사면적이 최대로 촬영하는 안면골 스캔모드(Facial scan mode)와 일반적으로 진단검사에서 가장 많이 사용하는 상·하악 스캔모드(Large-Jaw scan mode)를 비교하였으며, 상·하악 스캔모드에서의 조사면적은 16.0 cm × 10 cm이다. 실험장비의 X선관 재원은 제조사 매뉴얼에서 Table 1과 같이 제시하고 있다.

Table 1. X-ray Tube specification (RCT-820)<sup>[4]</sup>

Construction	Description
Manufacturer	Toshiba
Model	D-054SB
Focal spot size	0.5 mm
Target angle	5 degree
Inherent filtration	0.8 mmAl equivalent at 50 kVp
Anode heat storage	35 KJ

각 전산모사에서 방사선 평가를 위한 PCXMC 표준팬텀은<sup>[5]</sup> 성인 아시아 남자 키 175 cm, 몸무게 73 kg으로 설정하였고 촬영조건은 제조사 매뉴얼에서 제시하고 있는 Table 2와 같이 적용하였다.

Table 2. CBCT radiation exposure parameters for adults (RCT-820)<sup>[4]</sup>

Scan mode	FOV	kVp	mA	sec
Facial Scan	18 × 16.5	90	2	16
Large-Jaw Scan	16 × 10	90	2	14

유효선량은 인체에 피폭된 방사선의 총 위험을 나타내기 위하여 장기 또는 조직의 등가선량에 조직가중계수를 곱하여 합한 값으로, 인체에 대한 방사선의 피폭으로 인한 확률적인 영향을 종합적으로 평가한 양이다. 유효선량은 Eq. (1)의 방법으로 계산된다.

$$H_E = \sum_T W_T H_T = \sum_T W_T \sum_R W_R D_{T,R} \quad (1)$$

$W_T$ 는 장기 또는 조직(T)에 대한 가중치이다.

전산모사프로그램 개발 이전에는 의인화 팬텀에서 열형광선량계를 사용하여 직접 측정을 통한 선량측정 연구를 하였으며, 이 방법은 매우 복잡하고 시간이 많이 소요되기에<sup>[10]</sup> 본 연구에서는 PCXMC 프로그램을 사용하여 선량 평가하였다. Fig. 1과 같이 PCXMC 프로그램에서의 초점-피부간 거리(Focus-Skin Distance, FSD)의 값은 실험장비의 선원-물체간 거리(Sailor-Object Distance, SOD) 46.8 cm 값을 기준으로 국가기술표준원 산하기관인 사이크코리아에서 30세 남성 표준 얼굴너비의 평균 값 14.5 cm를 기준으로 FSD 값을 39.55 cm 를 사용하였다<sup>[11]</sup>.

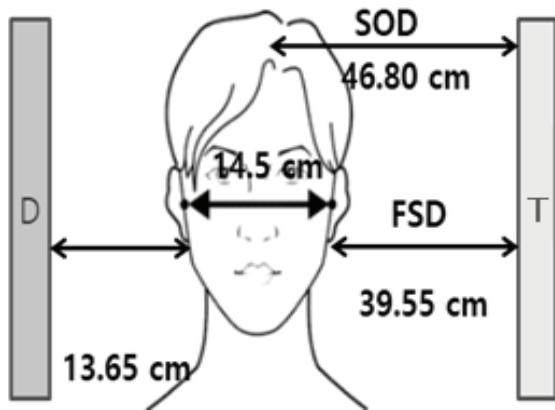


Fig. 1. FSD Value measurement.

Table 3. Settings of Computer simulation

Scan Mode	Projection Angle	Rotation Angle	Beam Angle	Coordinate Value		
				X	Y	Z
Facial Scan	0.5°	360°	+ 5 °	7.5	-3	81
	10°					
Scan Mode	Projection Angle	Rotation Angle	Beam Angle	Coordinate Value		
				X	Y	Z
Large-Jaw Scan	0.5°	360°	+ 5 °	7.5	-3	81.5
	10°					

실험 장비는 360° 스캔 방식으로 Table 3과 같이 10° 씩 36회 분할 방식으로 전산모사를 시행하였으며, 정밀 값을 계산하기 위해 0.5° 씩 720회 분할 방식으로 추가 시행하였다. 전산모사 시행 후 선량 계산을 위해 필터 값을 2.8 mm Al, 0.20 mm Cu 값을 입력하였고, 엑스선 빔의 방향을 머리 방향 5° 값 및 관전압 90 kV를 입력하여 각도별로 계산하였다. 두 가지 촬영모드에서의 면적선량(Dose Area Product, DAP)은 제조사 매뉴얼에 제시하고 있는 값을 Table 4와 같이 입력하여 각각 총 10회씩 전산모사를 통해 평균값을 최종 계산하였다.

Table 4. DAP average value by FOV(RCT-820)

FOV	DAP
18 × 16.5	2021.14 $mGy \times cm^2$
16 × 10	1088.72 $mGy \times cm^2$

### III. RESULT

PCXMC 프로그램으로 계산된 콘빔시티의 유효선량은 안면골 스캔모드에서는 평균 233.1  $\mu Sv$ 로 계산되었으며, 상·하악 스캔모드에서는 평균 122.8  $\mu Sv$ 로 조사면적 크기가 감소할수록 유효선량 값이 46%나 감소되었다. 또한 장기 흡수선량은 Table 5와 같이 상·하악 스캔모드에서는 활성골수가 0.33  $mSv$ 이고 갑상선은 0.59  $mSv$ 로 계산되어 비교적 높은 수치 값이 나타났다.

Table 5. Equivalent dose by FOV (Large-Jaw Scan)

Tissue	Equivalent dose( <i>mSv</i> )
	Large-Jaw Scan
Active bone marrow	0.3336
Colon	0.000058
Liver	0.00026
Lungs	0.01888
Prostate(men)	0
Stomach	0.000401
Thyroid	0.5951
Urinary bladder	0
Weighted remainder	0.5525

특히 안면골 스캔모드에서는 Table 6과 같이 활성골수가 0.25 *mSv*로 상·하악 스캔모드에 비해 비교적 낮은 수치였지만, 갑상선이 무려 1.6 *mSv*로 높은 선량 측정값이 계산되었다.

이처럼 조사면적의 크기를 최대치로 설정된 안면골 스캔모드에서 시행한 콘빔시티가 상·하악 스캔모드 콘빔시티보다 높은 면적선량이 부여되었고 전산모사를 통한 유효선량 평가에서도 높은 유효선량을 나타냈다.

Table 6. Equivalent dose by FOV (Facial Scan)

Tissue	Equivalent dose( <i>mSv</i> )
	Facial Scan
Active bone marrow	0.2496
Colon	0.000015
Liver	0.001301
Lungs	0.002548
Prostate(men)	0.000001
Stomach	0.000888
Thyroid	1.638
Urinary bladder	0.000002
Weighted remainder	0.6744

#### IV. DISCUSSION

본 연구의 결과에서 조사면적의 크기가 커지는 경우 콘빔시티 영상에 포함되는 갑상선, 골수에 대한 유효선량이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이는 불필요한 조사면적에 기인하는 것으로 임상현장에서 검사목적에 따라 조사면적의 조절이 필수

적으로 이루어져야 함을 의미한다.

선행연구에서 치과분야 디지털 구내촬영과 콘빔시티의 유효선량 차이는 412배에서 212배에 이르는 것으로 보고되고 있다<sup>[12]</sup>, 또한 조사면적에 따라 치과용 콘빔시티의 유효선량이 4 × 4 cm 조사면적일 경우 55  $\mu\text{Sv}$ , 8 × 8 cm에서는 195  $\mu\text{Sv}$ 으로 면적이 4배 증가할수록 유효선량 또한 비슷한 수준으로 증가하였다<sup>[13]</sup>. 열형광선량계를 이용한 선행연구에서 남성과 여성의 유효선량은 근소한 차이를 나타냈으나 장기별 흡수선량에서는 남성과 여성이 차이를 나타냈다. 하지만, 공통적으로 갑상선, 타액선, 수정체에서 구내촬영보다 많은 21배, 파노라마촬영과 비교해서 6배 유효선량의 차이를 나타냈다. <sup>[14]</sup>.

임상현장에서 전문적인 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하지 않고 유효선량을 평가하기 위해서는 열형광선량계나 유리선량계와 인체모형 팬텀을 이용한 직접 측정법을 사용해야 한다. 이는 수십 개의 선량계 소자를 사용해야하고 전처리, 후처리 등 복잡한 과정을 거쳐야 하는 단점을 가지고 있다. 이에 컴퓨터를 사용한 확률계산 기법인 몬테카를로 시뮬레이션이 보급되었으나 이는 전문적인 코드에 대한 지식을 가진 의학물리학자나 연구자에 의해 수행되는 것이 일반적이며 임상현장의 의료진이 사용하기에는 어려움이 있다. 다양한 유효선량 평가 선행연구에서 고식적인 선량계와 PCXMC의 유효선량 평가가 유사한 값을 나타냄을 확인하였다<sup>[15,16]</sup>. 이와 같은 선행연구들은 PC를 기반의 PCXMC가 임상현장의 유효선량을 평가에 적합함을 증명하였다<sup>[7,15,16]</sup>.

임상환자의 방사선량 평가에서 선량계를 이용한 측정은 영상에 선량계의 흔적을 남기는 단점이 있기 때문에 몬테카를로 시뮬레이션과 같은 확률적 모델을 사용하여 확률적 계산을 통한 유효선량을 평가하고 있다. 몬테카를로 시뮬레이션은 전문적인 코드 작업과 고성능의 컴퓨터 사용을 수반하기 때문에 임상현장에서 직접 사용하기에는 제약이 있다. 하지만 본 연구에서 사용한 PC기반의 컴퓨터 시뮬레이션인 PCXMC는 개인용 PC기반으로 임상현장의 의료진이 간단한 조작을 통해 손쉽게 유효선량을 평가할 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구는 치과임상 현장에서 손쉽게 사용할 수 있는 PCXMC를 이용하여 임상현장과 동일한 장비에 대한 유효선량을 평가한 것으로 치과 임상현장에서 편리하게 방사선량 평가 방법을 제시하였으며 치과 임상현장에서 콘빔시티의 유효선량을 평가한 것에 의미를 둘 수 있다.

우리나라 질병관리청 보도 자료에 따르면 우리나라의 경우 1인당 연간 의료방사선 검사 건수가 6.8건으로 매년 증가 추세이며, 또한 이러한 검사 건수 중 피폭선량의 대부분이 연속 엑스선 촬영인 시티장비이다<sup>[17]</sup>. 치과 의료기관에서 구내촬영과 세팔로 검사, 파노라마 검사만을 시행하던 과거에 비해 콘빔시티가 대중화된 이후 검사 건수는 급격히 증가 하여 치과영상검사 환자의 피폭 선량을 증가시키는 요인으로 작용하고 있다<sup>[17]</sup>. 우리나라 국민이 1년 동안 받는 자연방사선과 인공방사선의 총 피폭 선량은 2020년 기준 7.29 mSv 이다. 이중 의료방사선 피폭이 2.05 mSv 로 일반인의 피폭 기준 인공방사선량 노출량 기준치 연간 1 mSv 로 규정하고 있음에도 2배 넘게 초과하고 있다<sup>[18]</sup>. 의료목적으로 방사선을 사용함에 있어 국제방사선방호위원회는 엑스선 노출에 따른 위해보다 진단적 이득이 크도록 정당성을 확보하고 가능한 낮게 합리적인 양을 이용한다는 ALARA 원칙에 따라 사회적 및 경제적 측면을 고려하여 최적화된 선량을 사용할 것을 권고하고 있다. 또한 국제암학회에서는 엑스선을 1급 발암물질로 분류하고 있어 환자에 대한 방사선 안전을 확보할 수 있도록 적절한 관리가 이뤄져야 한다.

본 연구의 결과에서 여성의 유효선량 평가를 시행하지 못한 것은 본 연구의 제약사항이지만 선행 연구에서 여성과 남성의 유효선량이 근소한 차이를 보임을 확인하였기에 본 연구에서는 성인 남성의 유효선량 평가로도 충분히 전체 성인 결과를 대신할 수 있을 것으로 판단된다.

## V. CONCLUSION

치과용 콘빔시티의 유효선량 및 장기 흡수선량은 구내촬영과 파노라마촬영에 비해 조사시간과 조사면적이 크기 때문에 높다. 이전 여러 연구들에서 치과용 콘빔시티의 방사선 안전을 위해 적절한

노출 조건과 피폭저감을 위한 임상현장의 노력이 필요함을 강조하였다<sup>[19]</sup>. 치과영상진단은 그 시행 건수가 많고 전문적인 교육을 받은 방사선사 이외에 치과위생사, 치과의사와 다양한 직종이 검사를 시행하고 있는 것이 현실이다. 치과분야 의료진이 임상현장에서 콘빔시티와 같은 방사선영상검사의 유효선량을 평가하고 방사선안전을 위한 노력이 절대적으로 필요하다. 이에 본 연구에서는 임상현장에서 손쉽게 접근할 수 있는 PC기반의 시뮬레이션 기법을 적용하여 한국인과 같은 동양인의 콘빔시티에 대한 유효선량 평가를 수행하는 방법을 제시하였다. 특히 국내제조 장비에 대한 유효선량 제시로 임상현장에서 적용이 가능한 콘빔시티의 유효선량을 제시 하였다.

다양한 직종의 의료진이 임상현장에 불필요한 의료방사선 사용을 줄일 필요가 있으며, 치과용 콘빔시티 검사에서 적절한 검사파라미터 설정과 조사면적 조정으로 유효선량을 낮추는 노력이 필요할 것이다. 또한 치과임상현장의 의료진이 PCXMC와 같이 선량평가 프로그램에 손쉽게 접근하여 사용함으로써 유효선량의 위험성 평가를 인지하고 방사선 안전에 기여할 수 있을 것으로 생각한다.

## Acknowledgement

본 연구는 질병관리청 연구용역사업 연구비를 지원받아 수행되었다. (No: 2024-10-002)

## Reference

- [1] M. M. Rehani, R. Gupta, S. Bartling, G. C. Sharp, R. Pauwels, T. Berris, J. M. Boone, "ICRP Publication 129: Radiological Protection in Cone Beam Computed Tomography (CBCT)", *Annals of the ICRP*, Vol. 44, No. 1, pp. 87-91, 2015. <http://dx.doi.org/10.1177/0146645315575485>
- [2] Y. M. Ji, S. Y. Lim, "Diagnostic reference level guidelines-Dental imaging(Intraoral, Panoramic, CBCT)", Korea Disease Control and Prevention Agency, 2024. <https://doi.org/10.56786/PHWR.2024.17.33.1>
- [3] S. Y. Kim, J. W. Han, I. W. Park, "Comparison of cone beam CT and conventional CT in absorbed and

- effective dose", *Imaging Science in Dentistry*, Vol. 38, pp. 7-15, 2008.
- [4] D. G. Baek, Product Data for R2 STUDIO Q, Ray™, pp. 16, 2022.
- [5] A. Servomaa, M. Tapiovaara, "Organ Dose Calculation in Medical X ray examinations by the Program PCXMC", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 80, pp. 213-219, 1998.  
<http://dx.doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a032509>
- [6] K. J. Kim, J. G. Shim, "A Study on the Shielding Element Using Monte Carlo Simulation", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 40, No. 2, pp. 269-274, 2017.  
<https://doi.org/10.17946/JRST.2017.40.2.12>
- [7] E. K. Kim, "Dose estimation of cone-beam computed tomography in children using personal computer-based Monte Carlo software", *The Journal of The Korean Dental Association*, Vol. 58, No. 7, pp. 388-397, 2020. <http://dx.doi.org/10.22974/jkda.2020.58.7.001>
- [8] W. O. G. Batista, "Use of Monte Carlo Simulation Software for Calculation Effective dose in Cone Beam Computed Tomography", XVI International Symposium on State Dosimetry ISSSD 2016, Vol. 2, pp. 237-246, 2016.
- [9] C. N. Lee, J. M. Yoon, S. S. Han, J. Y. Na, J. H. Lee, Y. H. Kim, J. J. Hwang, C. P. Lin, "Dose assessment in dental cone-beam computed tomography: Comparison of optically stimulated luminescence dosimetry with Monte Carlo method", *PLOS ONE*, Vol. 15, No. 3, pp. 219103, 2020.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219103>
- [10] E. K. Kim, W. J. Han, J. W. Choi, B. Battulga, "Estimation of the effective dose of dental cone-beam computed tomography using personal computer-based Monte Carlo software", *Imaging Science in Dentistry*, Vol. 48, pp. 21-30, 2018.  
<http://dx.doi.org/10.5624/isd.2018.48.1.21>
- [11] Size Korea, face width of male, From URL;  
<https://sizekorea.kr/human-meas-search/human-data-search/meas-item>
- [12] I. Shatskiy, "Effective Doses and Radiation Risks From Common Dental Radiographic, Panoramic and CBCT Examinations", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 195, pp. 296-305, 2021.  
<http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncab069>
- [13] S. Terashima, J. Sano, M. Osanai, K. Toshima, K. Ohuchi, Y. Hosokawa, "Monte Carlo simulations of organ and effective doses and dose-length product for dental cone-beam CT", *Oral Radiology*, Vol. 40, No. 3, pp. 37-48, 2024.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11282-024-00757-3>
- [14] Y. Li, B. Huang, J. Cao, T. Fang, G. Liu, "Estimating Radiation Dose to Major Organs in Dental X-Ray Examinations: A Phantom Study", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 192, No. 3, pp. 328-334, 2020. <http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncaa196>
- [15] T. Kawasaki, T. Aoyama, C. Yamauchi-Kawaura, K. Fuhjii, S. Koyama, "Organ dose and effective dose estimation in paediatric chest radiographic examinations by using pin silicon photodiode dosimeters", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 154, Issue 3, pp. 314-319, 2013.
- [16] T. Okano, A. Matsuo, K. Goton, M. Yokoi, A. Hirukawa, S. Okumura, S. Koyama, "Comparison of absorbed and effective dose from two dental cone beam computed tomography scanners", *Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi*, Vol. 68, No. 4, 2012.
- [17] S. C. Han, B. R. Lee, G. S. Shin, "Evaluation of Effective Dose in Dental Radiography", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 34, pp. 27-33, 2011.
- [18] H. U. Nam, M. Y. Lee, H. J. Ra, Y. J. Yun, "Study on the investigation for radiation doses of Korean population from exposures to natural and man-made radiation sources", *Nuclear Safety and Security Commission radiation safety regulation technology development research final report*, pp. 321-326, 2020. Accessed at :  
<https://scienceon.kisti.re.kr/commons/util/originalView.do?cn=TRKO202100006279&dbt=TRKO&rn=>
- [19] C. S. Jeong, J. Y. Kim, "Radiation Exposure Evaluation Depending on Radiation Workers' Locations during Dental Radiography", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 9, No. 7, pp. 433-438, 2015.  
<http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2015.9.7.433>

# 개인용 컴퓨터 기반 몬테카를로 시뮬레이션을 이용한 동양인 성인 남성의 치과용 콘빔시티 유효선량 평가

전해수<sup>1</sup>, 김영준<sup>2</sup>, 김정수<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>대구보건대학교 마이스터대학 바이오헬스융합학과 의료융합방사선전공

<sup>2</sup>대구보건대학교 유아교육학과

<sup>3</sup>대구보건대학교 방사선학과

## 요약

치과진단용 콘빔시티(Cone-Beam Computed Tomography, CBCT)는 수년 동안 치과영상의학 분야 악안면 영상화에 사용되어 왔으며, 그 사용 빈도 또한 증가하고 있다. 촬영건수와 설치대수가 해마다 증가하므로 집단 유효선량도 증가하고 있다. 치과용 콘빔시티의 검사 건수는 2020년 85만 건에서 2022년 112만 건으로 약 32.4% 증가하였다. 검사 건수가 증가함에 따른 집단 유효선량도 2020년 766 man·Sv에서 2022년 약 914 man·Sv로 약 19.4% 증가 추세이다. 이에 본 연구에서는 의료분야에 선량을 평가하기 위해 동양인 성인 남성 팬텀과 PCXMC 프로그램을 이용하여 콘빔시티의 유효선량과 장기의 흡수선량을 계산하였다. 조사면적(Field Of View, FOV)의 최대로 스캔하는 방식과, 평균 조사면적으로 스캔하는 방식의 두 가지 조건으로 전산모사를 각각 10회 시행하여 평균값을 도출하였다. 조사면적이 최대로 스캔한 유효선량 값은 233.1  $\mu$ Sv로 평균 조사면적으로 스캔한 유효선량 값보다 89.8% 증가하였다. 아울러 장기의 흡수선량을 살펴보면 조사면적이 최대로 스캔하는 방식인 경우 갑상샘의 선량이 1.6 mSv로 나타났다. 따라서 치과 현장에서 콘빔시티 검사를 시행하기 위해 적절한 조사면적 설정과 갑상샘 보호대와 같은 적절한 방어 장비의 착용이 권고되며, 쉽게 사용할 수 있는 PCXMC 프로그램을 이용하여 치과 의료분야 종사자들이 조사선량 설정을 능동적으로 세심하게 조절 할 수 있는 부분을 기대해볼 수 있다고 사료된다.

중심단어: 콘빔시티, 개인용 컴퓨터 기반 전산모사, 유효선량, 흡수선량, 조사면적

## 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	전해수	대구보건대학교 마이스터대학 바이오헬스융합학과 의료융합방사선전공	대학원생(석사과정)
(공동저자)	김영준	대구보건대학교 유아교육학과	교수
(교신저자)	김정수	대구보건대학교 방사선학과	교수