

Study on Research for Reducing Radiation Dose of Head and Neck for Cephalometric Radiography System

Yoonjin OH¹, Jae-won Shin², Samyol Lee^{2,3*}

¹Research Institute of Clinical Medicine, Kyung Hee University Hospital at Gangdong

²Department of Radiological Science, Dongseo University,

³Center for Radiological Environment & Health Science, Dongseo University

Received: May 18 2016. Revised: August 24, 2016. Accepted: August 31, 2016

ABSTRACT

Recently, the interest in the orthodontic treatment for children is increased by a rise in national income level. The number of cephalometric radiography that could diagnose a malocclusion and malposition between teeth and jawbone increased. It required attention to radiation exposure, because the subject of dental examination is children which are more sensitive to radiation and the head and neck, the object of that include radiation sensitive organ such as the thyroid, bone marrow, eyes, salivary gland, and so on. In this study, we measured two-dimensional dose distribution in cephalometric radiography system (VATEC Pax-400C) using Agfa CP-G Plus film and MagicMax Dosimeter, and calculated radiation organ dose of head and neck through MCNPX simulation. And then we designed a radiation protective device to decrease radiation dose. The dose distribution of the cephalometric radiography system irradiated the head and neck overall as well as the oral and maxillofacial parts. The radiation organ dose calculated that thyroid, oesophagus and eyes are irradiated high, and the radiation organ dose decreased about 70 ~ 80% by the application of the radiation protective device. The results of this study will be used construction of database for dental radiation exposure and research of reducing radiation dose.

Keywords: Cephalometric radiography, Dose distribution, Organ dose, Radiation protection, Monte carlo simulation

I. INTRODUCTION

두부규격방사선촬영은 악골과 치아와 같은 두부 구조물의 위치들 간의 거리와 각을 이용한 분석을 통해 환자의 성장 발육을 평가하고 교정치료나 악교정 수술 등에 적용하는 검사이다.^[1] 하지만 최근 임상에서는 구강악안면의 구조 파악을 위하여 별도의 차폐 없이 조사 야는 모두 열린 상태의 일반촬영과 같은 형태로 검사가 이루어지고 있다. 두부규격방사선촬영에서 발생되는 X선은 사람 형태에 따라 악 골과 치아, 구강악안면의 검사 목적 부위를 제외한 안구, 갑상선 등의 방사선 민감 장기영역에도 조사된다. 세계 치과진료 시장 분석^[2]에 따르면 증가하는 교정치료 등의 검사 수요가 방사선에 민감한 저 연령층을 중심으로 형성되고 있어

성인보다는 소아에게 더 빈번한 두부규격방사선촬영이 시행되므로 불필요한 방사선 피폭에 대한 저감화는 더욱 절실하다. 또한 일반인들의 방사선 피폭에 대한 불안과 의료방사선에 대한 관심이 증가하고 있어 방사선 진단에 따른 선량 데이터 확보가 필요하다. 국내에서도 의료방사선 피폭 평가 및 안전에 관심을 기울이면서 치과 X선 검사에서의 환자선량 권고 량 마련 연구^[3] 등 권고 선량 개발을 진행하고 있으며, Lee *et al.*^[4], Han *et al.*^[5], Choi^[6], Jeong *et al.*^[7]의 치과방사선촬영장비의 표면선량 및 면적선량 등의 연구 결과가 있다. 이들 연구 결과는 지점별 선량측정 데이터로 전체적인 선량 분포를 확인하기 위해서는 어려움이 있었다. 또한 인체 중심적 연구보다는 의료기관별과 측정 장비별 선량평가 연구로 인체를 대상으로 한 피폭선량을 측정, 분석한

*Corresponding Author: Samyol Lee

E-mail: samuel@gdsu.dongseo.ac.kr

Tel: +82-51-320-2728

연구는 직접 측정이 불가능한 한계로 인해 연구가 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 두부규격방사선촬영에서 발생하는 선량분포를 측정하고 MCNPX 시뮬레이션을 통해 두경부 주요 장기별 피폭선량을 계산하였다. 그리고 두부규격방사선촬영에 적용 가능한 피폭저감 장치를 설계하여 피폭 저감율을 확인하고 두부규격방사선촬영에서의 환자 피폭선량 감소 방법을 제시하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

본 실험에서는 Fig. 1과 같이 VATEC Pax-400C 장치를 이용하였다. 두부규격방사선촬영장치의 주요 사양은 Table. 1과 같으며, 본 실험에서는 78 kVp 관전압과 9 mA의 관전류, 15 초의 노출시간으로 두부규격방사선촬영을 시행하였다.



Fig. 1. Cephalometric radiography system (Pax-400C system, Vatec Co., Korea).

Table 1. Specifications of cephalometric radiography system

Product	Pano+Ceph
Focal Spot	0.5 mm
Scan Time	15 sec (Lat.) 13.5 sec (AP)
Dimension (WxD(L)xH(T))	1920x1200x2240
Generator Voltage (Operating)	60-90 kV
Generator Current (Operating)	2-10 mA

1. X선 선량분포 측정

두부규격방사선촬영장치의 X선 선량분포 측정범위를 확인하기 위해서 Agfa CP-G Plus 필름 (Agfa Medical X-ray film, CP-G plus, Agfa HealthCare NV, Mortsel, Belgium)을 사용하여 X선 노출영역을 측정하였다. Fig. 2와 같이 필름을 두부규격방사선촬영 시 두경부가 위치하는 높이에 설치하여 X선을 노출하였고, 전후 방향으로 22 cm, 상하방향으로 23 cm의 X선 노출영역을 확인하였다.



Fig. 2. Experiment for measuring X-ray exposure area (left: setup, right: result).

그리고 이 X선 노출영역을 기초로 하여 선량계의 측정 위치 좌표를 표시한 아크릴 판을 제작하였다. 아크릴 판의 전후 22 cm, 상하 22 cm의 범위에서 각각 2 cm 간격으로 선량계를 이동시키면서 X선 선량분포를 측정하였다. 선량계는 MagicMax 선량계 (MagicMaX Universal XR Multidetector, IBA Dosimetry GmbH, Germany)를 사용하여 Fig. 3과 같이 설치하고 두부규격방사선촬영에서 발생하는 선량분포를 측정하였다. 본 선량계는 일반 방사선촬영 전용 선량계로 선량 측정범위는 600 nGy에서부터 3 Gy이다.



Fig. 3. Setup of experiment for measuring X-ray dose distributions (left: MagicMax dosimeter, right: location of the dosimeter in cephalometric radiography system).

2. 두경부 피폭선량 계산 시뮬레이션

2.1 MCNPX코드기반 전산화 복셀 팬텀 모델링

두경부 주요장기별 피폭선량을 계산하기 위하여 인체등가 물질로 구성된 인체 팬텀인 Rando 팬텀 (The Phantom Laboratory, Salem, NY)의 CT DICOM 영상을 기반으로 MCNPX코드기반 전산화 복셀 팬텀을 Fig. 4와 같이 제작하였다. CT DICOM 영상은 120 kVp, 200 mAs의 CT촬영 조건으로 1.25 mm의 절편 두께로 얻은 것이다.

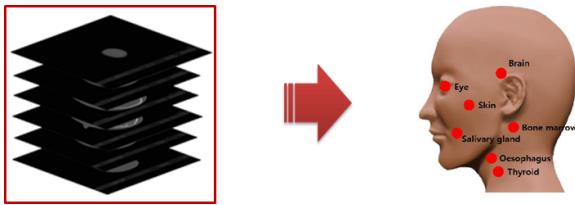


Fig. 4. Modeling computational voxel phantom (left: CT DICOM images of Rando phantom, right: computational voxel phantom).

피폭선량 계산은 두경부에서 방사선감수성이 높은 주요 장기 7개로 정하고 선량 계산 지점을 Table 2와 같이 총 20개로 하였다. 골수 5개, 갑상선 2개, 타액선 6개, 식도 1개, 뇌 1개, 피부 3개, 눈 2개의 선량 계산 지점을 CT영상의 각 슬라이스를 확인하여 해부학적 위치에 근거한 각각의 좌표를 확인하고 두경부 주요장기별 피폭선량을 계산하였다.

Table 2. Location of dose calculation in computational voxel phantom

Organ	Location
Bone Marrow	Right and Left Mandibular Ramus
	Central Cervical Spine
	Right and Left Mandibular Body
Thyroid	Right and Left Thyroid
Salivary gland	Right and Left Parotid gland
	Right and Left Submandibular gland
	Right and Left Sublingual gland
Oesophagus	Oesophagus
Brain	Pituitary fossa
Skin	Right and Left cheek
	Back of neck
Eye	Right and Left orbit

2.2 두부규격방사선촬영의 피폭선량 전산모사

두부규격방사선촬영에 의한 두경부 피폭선량 계산을 위하여 MCNPX v.2.6.0 전산코드를 사용하였다. 두부규격방사선촬영장비의 타겟 물질 및 양극 각도, 부가필터와 고유필터의 물질과 두께를 확인하고 SRS-78프로그램을 이용하여 X선 에너지스펙트럼을 Fig. 5와 같이 산출하여 전산모사 과정에 입력하였다.

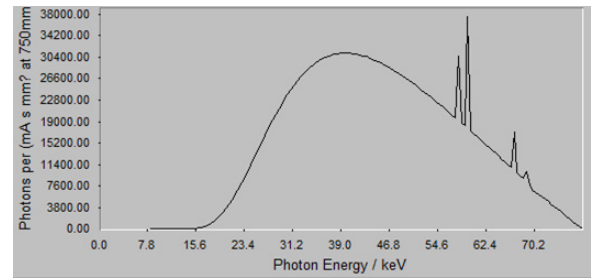


Fig. 5. X-ray energy spectrum by SRS-78 program.

두부규격방사선촬영장치의 X선 발생 부로부터 영상검출기까지의 거리는 174.5 cm이고, 두경부 위치까지의 거리는 159.9 cm이다. X선 발생 부는 점 선원으로 가정하였고 두경부 위치의 X선 노출영역과 거리에 근거하여 4.13° 콘 빔 형태로 모사하였다. 각도에 따른 X선 발생 분포도는 측정된 두부규격방사선촬영의 2차원 선량분포의 종축을 기준으로 중심 선량에 따른 분포 비율을 전산모사 과정에 입력하여 계산하였다. 계산 결과의 통계적 불확도가 5% 미만이 되도록 10⁷개의 광자를 발생시켜 계산하였다. MCNPX코드를 이용한 계산결과는 입자 1개에 대한 확률을 계산한 것으로 실제 방사선조사환경으로 변환하여 주는 환산인자가 필요하다.

환산인자 (NF, Normalized Factor)는 식 1과 같이 계산하였다.

$$NF = \frac{K_{air}}{K_{sim}} \quad (1)$$

K_{air} 는 두부규격방사선촬영조건에서 선량계로 측정된 공기 중 선량측정치이고, K_{sim} 은 MCNPX로 계산한 공기 중 선량계산치이다.

2.3 두부규격방사선촬영의 피폭저감 장치 설계

두부규격방사선촬영의 피폭저감 장치는 방사선

감수성이 특히 높은 눈과 갑상선 부위 차폐를 목적으로 Fig. 6의 하단 그림과 같이 1 cm 두께의 직육면체 형으로 설계하였다.

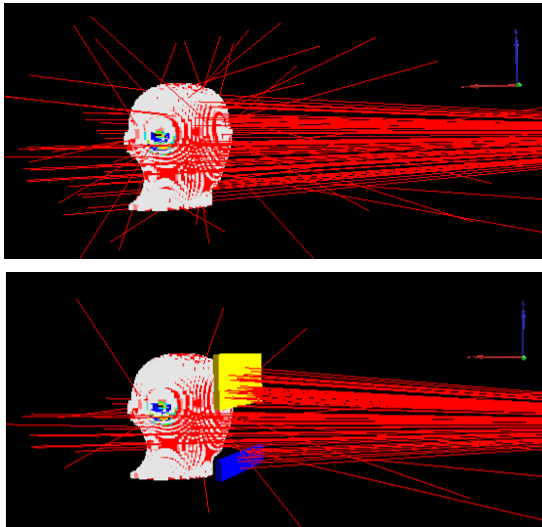


Fig. 6. MCNPX simulation geometry (Up: without radiation protective device, Down: with radiation protective device).

피폭저감 장치의 구성 물질은 상용화된 보호도구 물질인 납유리를 사용하였으며 구성비로는 산소 15.6%, 실리콘 8.1%, 티타늄 0.8%, 비소 0.3%, 납 75.2%로 구성하였다.

III. RESULT

1. 선량분포 측정

본 실험 결과인 두부규격방사선촬영의 2차원 선량분포는 Fig. 7과 같다. 횡축은 환자의 두경부 전후 방향으로 22 cm, 종축은 상하 방향으로 22 cm로 두경부를 모두 포함하며, 2 cm간격으로 측정된 선량을 나타낸다. 환자의 두경부 후면 방향에서 점진적으로 선량이 감소하는 경향을 보이거나 머리부터 목 부위까지 전반적으로 40 μ Gy의 선량으로 고르게 분포하고 있다. 이것은 두부규격방사선촬영에서 발생하는 X선이 두경부 전체적으로 피폭되고 있음을 나타낸다.

22	38	37	41	42	37	33	35	38	37	34	30	8
20	40	37	42	43	38	34	36	38	40	34	29	8
18	40	38	42	43	40	38	37	36	39	32	25	9
16	40	39	42	43	42	41	40	38	39	32	26	9
14	40	40	42	42	42	43	41	39	38	33	28	9
12	41	40	42	43	43	42	41	39	37	32	26	9
10	40	40	40	42	42	43	41	39	39	34	30	9
8	39	40	41	41	41	41	39	37	38	31	24	9
6	38	39	41	42	41	41	39	36	39	30	21	9
4	37	40	41	41	41	41	39	36	35	27	20	8
2	38	40	40	41	40	40	37	35	34	26	19	9
0	37	41	40	40	32	24	29	34	30	26	22	9
cm	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22

Fig. 7. Cephalometric radiography 2-dimensional dose distribution (μ Gy).

2. 두경부 피폭선량 계산 시뮬레이션

두부규격방사선촬영에 의한 두경부 주요장기별 피폭선량의 계산 값은 Table 3과 같다. 피부와 갑상선의 피폭선량이 39.04 μ Sv, 32.25 μ Sv로 가장 높았으며, 상대적으로 낮게 피폭되는 눈과 뇌도 19.37 μ Sv, 18.39 μ Sv의 피폭선량 값을 가졌다. 계산 결과와 같이 두부규격방사선촬영에 따른 두경부 피폭선량은 검사를 위한 목적부위 이외에도 갑상선, 식도, 눈, 뇌 등 불필요한 선량 피폭이 있음을 알 수 있었다.

Table 3. Organ dose (μ Sv) calculated by MCNPX simulation

Organ	Dose (μ Sv)
Bone marrow	21.12
Thyroid	32.25
Salivary gland	21.81
Oesophagus	29.52
Brain	18.39
Skin	39.04
Eye	19.37

본 연구에서 설계한 X선관과 환자 두경부 사이에 위치시키는 눈과 갑상선 부위 차폐 목적의 두부규격방사선촬영용 피폭저감 장치를 적용에 따른 선량 저감을 Table 4와 같다.

Table 4. Dose reduction rate (%) by radiation protective device

Organ	Dose reduction rate (%)
Bone marrow	8.14
Thyroid	88.03
Salivary gland	8.19
Oesophagus	75.53
Brain	87.40
Skin	4.76
Eye	74.68

선량 저감율은 식 2와 같다.

$$R_{Dose\ Reduction} = \frac{D_0 - D_1}{D_0} \times 100 \quad (2)$$

D_0 은 X선 피폭저감 장치를 미 사용하였을 때의 피폭선량이고, D_1 은 X선 피폭저감 장치를 사용하였을 때의 피폭선량이다.

갑상선과 식도, 뇌, 눈에서 피폭선량이 약 70 ~ 80% 감소되는 것으로 계산되었다.

IV. DISCUSSION

두부규격방사선촬영은 1931년에 Broadbent^[9]와 Horrath^[10]에 의해 시도되어 국내에서는 1961년에 두부 고정장치를 제작하여 최초로 시행되었다.^[11] 이는 일반 X선 촬영장비로 두경부를 촬영하여 치과교정학 분야에서 두부안면부의 성장 연구, 부정교합 진단, 치료 계획 수립, 치료 결과 평가, 성장 예측 등 그리고 이비인후과 진단용으로 사용되고 있다.^[2,12] 이와 같은 의료방사선촬영은 방사선기술 및 장비의 발달에 따라 사용이 점차 늘어나고 있다. 보도자료^[13]에 따르면 2007년 0.93 mSv에서 2011년 1.4 mSv로 연간 진단용 방사선 피폭량이 5년간 약 51% 증가하고 연간 진단용 방사선검사 건수도 약 35% 증가하여 일반인들의 의료피폭선량에 대한 노출이 증가함을 보였다. 이에 따라 의료방사선에 의한 환자의 피폭관리를 위해 의료방사선촬영에 대한 권고선량이 국내외적으로 발표되고 있으나, 치과방사선촬영에 대한 권고는 많지 않다. 2005년 영국 HPA에

서는 구내치근단방사선촬영과 파노라마방사선촬영에 대한 권고선량을 제시하였으나 두부규격방사선촬영에 대해서는 아직 권고선량을 제시하지 않았다^[14].

두부규격방사선촬영장치에 관한 선량평가 연구로는 2007년 Looe *et al.*^[15]에서 32.6 mGy cm^2 (One-shot 타입), 2010년 Choi^[6]에서 123.2 mGy cm^2 (One-shot 타입)와 14.4.2 mGy cm^2 (Scan 타입), 2011년 Han *et al.*^[5]에서 160.0 mGy cm^2 (One-shot 타입)와 154.4 mGy cm^2 (Scan 타입)의 면적선량 측정 연구가 있으며 결과는 상이한 차이를 보였다. 그리고 2001년 Visser *et al.*^[16]에서 2.3 μ Sv(One-shot 타입)와 1.1 μ Sv(Scan 타입), 2008년 Ludlow *et al.*^[17]에서 5.6 μ Sv(One-shot 타입), 2011년 Han *et al.*^[18]에서 14.4 μ Sv(One-shot 타입)의 유효선량 연구가 있으며 결과는 상이한 차이를 보였다. 또한 두경부 주요장기별 피폭선량에 대한 기존 연구는 팬텀 삽입 형 선량계를 이용하여 측정한 결과가 소수 있다. 2011년 Han *et al.*^[11]은 골수, 갑상선, 타액선, 식도, 뇌, 피부 및 눈에서 각각 12.8, 163.7, 168.3, 6.5, 46.9, 8.7, 26.3 μ Sv으로 측정되었고 갑상선과 타액선에서 본 연구 결과에 비해 높은 값과 차이를 보였다. 2003년 Gijbels *et al.*^[19]은 X선 발생 부 방향인 좌측에 위치한 갑상선, 이하선, 악하선, 눈에서 각각 48.4, 41.0, 39.2, 12.1 μ Sv으로 측정되었고, 2001년 Visser *et al.*^[16]은 X선 발생 부 방향인 좌측에 위치한 갑상선에서 3 μ Sv(One-shot 타입)와 2 μ Sv(Scan 타입), 이하선에서 103 μ Sv(One-shot 타입)와 45 μ Sv(Scan 타입), 악하선에서 53 μ Sv(One-shot 타입)와 34 μ Sv(Scan 타입), 눈에서 81 μ Sv(One-shot 타입)와 34 μ Sv(Scan 타입)로 측정되었다. 본 연구에서는 갑상선, 이하선, 악하선, 눈 위치에서 각각 44.93, 60.02, 24.26, 28.17 μ Sv로 계산되었으며, Scan 타입으로 두부규격촬영을 실시한 측정 결과와 갑상선을 제외하고 유사하였다. 이와 같은 연구결과의 차이는 장비 및 촬영조건 등 다른 환경에 의해 기인한 것으로 예상되며, 특히 약 1 초의 노출로 한 번에 촬영하는 One-shot 타입과 짧은 X선속을 약 15 초 동안 스캔하여 촬영하는 Scan 타입 간의 차이도 크게 나타났다.

따라서 본 연구에서는 두부규격방사선촬영장치의 2차원 공간선량분포도를 제시하여 특정 위치별 선량뿐만 아니라 두경부 전반적인 피폭분포정도를 확인하고 측정결과를 기반으로 MCNPX 시뮬레이션을 통해 두경부

주요장기별 피폭선량을 계산하였다. 그리고 두부규격 방사선촬영의 목적 촬영부위가 아닌 갑상선과 식도, 눈을 보호하기 위한 두부규격방사선촬영의 피폭저감 장치를 설계하여 차폐정도를 확인하였다. 구축된 두부규격방사선촬영의 시뮬레이션 결과의 검증 연구를 추가로 보완한다면 본 연구 과정 및 결과는 기타 다양한 의료방사선촬영장비 선량 예측 및 차폐장치 개발에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

V. CONCLUSION

본 연구에서는 IBA XR Multidetector를 이용하여 두부규격방사선촬영장치(VATEC Pax-400C)의 2차원 선량분포를 측정하고 MCNPX 시뮬레이션을 통해 두경부 주요장기별 피폭선량을 계산하여 이를 기반으로 두부규격방사선촬영의 피폭저감장치를 설계하였다. 선량분포 측정 결과 두부규격방사선촬영을 위한 목적부위 이외에도 두경부 전반적으로 X선이 피폭되었고, 시뮬레이션 결과 갑상선, 식도, 눈, 뇌 등 불필요한 선량 피폭이 있음을 확인할 수 있었다. 특히 두부규격방사선촬영은 교정치료 및 치아성장평가 등 검사대상이 방사선에 민감한 성장기 소아가 주를 이루고 있어 방사선 민감장기의 차폐가 더욱 요구된다. 이를 위해 본 연구에서는 시뮬레이션 계산 결과를 기반으로 피폭저감 장치를 설계하여 갑상선과 식도, 뇌, 눈에서 약 70 ~ 80% 차폐되는 것을 확인하였다. 본 연구를 통해 두경부 피폭선량분포와 주요장기별 피폭선량을 확인하고, 피폭저감장치를 설계한 방법은 나아가 다양한 의료방사선 촬영에 활용가능하며 정확성 확인을 위해 이의 검증 방법을 연구할 예정이다.

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP) (No. 2015M2B2A8A02032208).

Reference

[1] Oral Science Research Center, College of Dentistry, Yonsei University, *Oral Imaging*, Koomonsa, 2010.
 [2] S. Kim, S. Park, "Medical Device Market Research Report," Korea Health Industry Development Institute,

Vol. 11, pp. 1-40, 2013.
 [3] E. Kim, "Development of diagnostic reference level in dental x-ray examination in Korea," Korea Food & Drug Administration, Research Report, 2009.
 [4] J. Lee, B. Kang, S. Yoon, "The survey of the surface doses of the dental X-ray machines," Korean Journal of Oral and Maxillofacial Radiology, Vol. 35, No. 2, pp. 87-90, 2005.
 [5] S. Han, B. Lee, G. Shin, J. Choi, J. Kim, C. Park, H. Park, K. Lee, Y. Kim, "Dose Area Product Measurement for Diagnostic Reference Levels and Analysis of Patient Dose in Dental Radiography," Radiation Protection Dosimetry, Vol. 150, No. 4, pp. 523-531, 2012.
 [6] J. Choi, "Radiographic examination protocol and patient dose in lateral cephalometric radiography in Korea," Korean Journal of Oral and Maxillofacial Radiology, Vol. 40, No. 4, pp. 165-169, 2010.
 [7] C. Jeong, C. Kim, "Comparison of Dose Depending on the Position when Shooting Panorama and CBC T," Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 7, No. 3, pp. 175-179, 2013.
 [8] K. A. Van Riper, "Scan2MCNP User Manual," White Rock Science, 2004a.
 [9] B. H. Broadbent, "A new X-ray technique and its application to orthodontics," The Angle Orthodontist, Vol. 1, No. 2, pp. 45-66, 1931.
 [10] H. Hofrath, "Die bedeutung der roentgenfern und abs tandsaufnahme furdie diagnostik der kieferanomalien ," Fortschr Orthodont, Vol. 1, pp. 232-48, 1931.
 [11] E. Kim, "History and Present Status in Dental Radiology," Radiation Health Newsletter, Vol. 18, No. 4, pp. 1-12, 2011.
 [12] M. Kim, K. Huh, W. Yi, M. Heo, S. Lee, J. Lee, B. Ahn, S. Choi, "The comparison of cephalometric measurements between measuring methods in digital and conventional lateral cephalometric radiograph," Korean Journal of Oral and Maxillofacial Radiology, Vol. 35, No. 1, pp. 15-23, 2005.
 [13] <http://www.mfds.go.kr/index.do?seq=22654&mid=675>
 [14] A. D. Gulson, T. A. Knapp, P. G. Ramsden, "Doses to patients arising from dental X-ray examinations in the UK, 2002-2004. A review of dental X-ray protec

tion service data," HPA-RPD-022, 2007.

- [15] H. K. Looe, F. Eenboom, N. Chofor, A. Pfaffenberger, M. Sering, A. Ruhmann, A. Poplawski, K. Willborn, B. Poppe, "Dose-area product measurements and determination of conversion coefficients for the estimation of effective dose in dental lateral cephalometric radiology," *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 124, No. 2, pp. 181-186, 2007.
- [16] H. Visser, T. Rodig, K. P. Hermann, "Dose Reduction by Direct-Digital Cephalometric Radiography," *The Angle Orthodontist*, Vol. 71, No. 3, pp. 159-163, 2001.
- [17] J. B. Ludlow, L. E. Davies-Ludlow, S. C. White, "Patient Risk Related to Common Dental Radiographic Examinations," *Journal of the American Dental Association*, Vol. 139, No. 9, pp. 1237-1243, 2008.
- [18] S. Han, B. Lee, G. Shin, J. Choi, H. Park, C. Park, G. Chang, B. Kim, Y. Kim, "Evaluation of effective dose in dental radiography," *Journal of radiological science and technology*, Vol. 34, No. 1, pp. 27-33, 2011.
- [19] F. Gijbels, G. Sanderink, J. Wyatt, J. Van Dam, B. Nowak, R. Jacobs, "Radiation doses of collimated vs non-collimated cephalometric exposures," *Dentomaxillo-facial Radiology*. Vol. 32, No. 2, pp. 128-133, 2003.

두부규격방사선촬영장치의 두경부 피폭 저감에 대한 연구

오윤진,¹ 신재원,² 이삼열^{2,3*}

¹강동경희대학교병원 임상의학연구소

²동서대학교 방사선학과

³동서대학교 방사선보건환경연구센터

요 약

최근 국민의 소득수준 증가에 따른 소아의 교정치료 등의 관심이 커지면서 치과방사선 검사의 건수가 증가하고 있어 부정교합 및 악골과 치아의 위치변화 등을 관찰할 수 있는 두부규격방사선촬영이 빈번해지고 있다. 특히 검사 대상자가 방사선에 더욱 민감한 소아 층에 집중되어 있고 촬영 부위인 두경부에는 갑상선, 골수, 안구, 타액선 등의 방사선에 민감한 주요 장기가 위치하고 있어 피폭의 주의가 요구된다. 이에 따라 본 연구에서는 Agfa CP-G Plus 필름과 MagicMax 선량계를 이용하여 두부규격방사선촬영장치(VATEC Pax-400C)에서 발생하는 X선의 2차원 선량분포를 측정하고 MCNPX 시뮬레이션을 통해 두경부 장기선량을 계산하였으며 피폭저감 장치를 설계하였다. 두부규격방사선촬영의 선량분포는 구강악안면의 검사 목적 부위 이외에도 두경부 전체적인 피폭이 일어나고 두경부 주요 장기 중 갑상선과 식도, 눈에서 높은 피폭선량 값을 확인하였다. 그리고 설계한 피폭저감 장치를 적용에 따라 갑상선과 식도, 눈에서 70~80% 피폭이 저감됨을 확인하였다. 본 연구 결과는 치과방사선에 대한 선량 데이터 확보와 방사선 피폭 저감 연구에 있어 매우 유용하게 이용될 것으로 기대된다.

중심단어: 두부규격방사선촬영, 선량분포, 장기선량, 방사선차폐, 몬테칼로 시뮬레이션