

이동용 치과 X선 발생장치의 누설 및 산란 선량에 관한 연구

단국대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
김은경

Leakage and scattered radiation from hand-held dental x-ray unit

Eun-Kyung Kim

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Dankook University

ABSTRACT

Purpose : To compare the leakage and scattered radiation from hand-held dental X-ray unit with radiation from fixed dental X-ray unit.

Materials and Methods : For evaluation we used one hand-held dental X-ray unit and Oramatic 558 (Trophy Radiologie, France), a fixed dental X-ray unit. Doses were measured with Unfors Multi-O-Meter 512L at the right and left hand levels of X-ray tube head part for the scattered and leakage radiation when human skull DXTTR III was exposed to both dental X-ray units. And for the leakage radiation only, doses were measured at the immediately right, left, superior and posterior side of the tube head part when air was exposed. Exposure parameters of hand-held dental X-ray unit were 70 kVp, 3 mA, 0.1 second, and of fixed X-ray unit 70 kVp, 8 mA, 0.45 second.

Results : The mean dose at the hand level when human skull DXTTR III was exposed with portable X-ray unit 6.39 μ Gy, and the mean dose with fixed X-ray unit 3.03 μ Gy ($p < 0.001$). The mean dose at the immediate side of the tube head part when air was exposed with portable X-ray unit was 2.97 μ Gy and with fixed X-ray unit the mean dose was 0.68 μ Gy ($p < 0.01$).

Conclusions : The leakage and scattered radiation from hand-held dental radiography was greater than from fixed dental radiography. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol 2007; 37 : 65-8*)

KEY WORDS : Radiography, Dental; Radiation Dosage; Portable Dental X-ray

서 론

손에 들고 촬영하는, 이동용 치과 X선 발생장치는 1993년 미국의 Kevex X-Ray사(Scotts Valley, USA)에 의해 처음 제작되었는데, 이는 군대의 야전용으로 고안되었으며 미국의 FDA에서도 군용으로 승인을 받았다.¹ 역시 장애인이나 재택 환자의 진료 등을 위해 판매되었던 일본 Asahi사의 KX-60(Asahi Roentgen Ind. Co., Kyoto, Japan)²이 1990년대 말 국내에 소개된 이래 그와 유사한 제품들이 국내에서 제작, 판매되기 시작하여 2003년 Wizmed사의 Pico(Wizmed Co., Korea)를 필두로 여러 제품들이 나와 이동용

치과 X선 발생장치를 임상에 사용하는 치과의사가 늘고 있다. 이 장치의 장점은 환자가 치료를 받고 있는 유니트 চে어에서 방사선실로 가는 번거로움이 없이 그 자리에서 방사선 촬영이 가능하다는 편리한 점이 있는 반면에, 사진 카메라의 형태를 가진 X선 발생장치를 술자가 직접 손에 들고 촬영할 때 관두부에서 누출되고, 피사체로부터 산란되는 방사선에 의한 술자의 노출을 피하기가 어렵다는 점이 문제가 될 수 있다.

국내에서 시판되고 있는 이동용 치과 X선 발생장치는 Pico 이외에 PORT X-II (Genoray Co., Seongnam, Korea), AnyRay (Vatech Co., Whasung, Korea), DX3000 (Dexkowin Co., Korea) 등이 있다. 그러나 어떤 기종도 촬영시 술자가 어느 정도의 방사선에 노출되는 지에 대한 보고는 전무한 실정이다.

이에 저자는 본 연구에서 이동용 치과 X선 발생장치와 일반 벽걸이 고정형 치과 X선 발생장치의 산란 및 누설

*이 연구는 2005학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.
접수일: 2007년 3월 6일; 심사일: 2007년 3월 7일; 채택일: 2007년 4월 3일
Correspondence to: Prof. Eun-Kyung Kim
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Dankook University, San 7-1, Shinbu-dong, Cheonan, Choongnam, Korea
Tel) 82-41-550-1922, Fax) 82-41-553-3707, E-mail) ekkim@dku.edu

방사선량을 측정, 비교해 보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

X선 발생장치로 국내 임상에서 사용되고 있는 이동용 X선 발생장치 한 제품과 일반 고정형 X선 발생장치인 Oramatic 558 (Trophy Radiologie, France)을 사용하였다. 이동용 X선 발생장치의 관전압은 70 kVp, 관전류는 3 mA, 노출시간은 0.01초부터 2.0초까지 조절 가능하였으며, 고정형 X선 발생장치의 관전압은 70 kVp, 관전류는 8 mA, 노출시간은 0.05초부터 1.36초까지 조절 가능하였다. 산란 및 누설 방사선량을 측정하기 위해 인간 두개골이 포함된 촬영실습용 마네킹 Human Skull DXTTR III (Dentsply Rinn, USA)와 선량 측정기로 Unfors Multi-O-Meter 512L (Unfors Instruments, Billdal, Sweden)을 이용하였다.

2. 연구방법

1) 마네킹 촬영시 관두부 주변에서 측정한 선량 비교

이동용 X선 발생장치는 디지털 센서로 성인 상악 구치부를 촬영할 때의 조건인 70 kVp, 3 mA, 0.1초의 조건을, 고정형 X선 발생장치는 F-speed 표준필름으로 성인 상악 구치부를 촬영할 때의 조건인 70 kVp, 8 mA, 0.45초의 조건을 주고 관두부 주변에서의 선량을 측정하였다. 선량 측정은 각 촬영기로 실습용 마네킹 Human Skull DXTTR III의 상악 좌측 구치부, 전치부, 우측 구치부를 촬영할 때, 관두부의 좌, 우측 손 레벨에서의 선량을 Unfors Multi-O-Meter 512L로 각각 3회씩 측정하였다. 이때 짧은 조사통의 이동용 촬영기의 경우 마네킹 피부 표면에서 촬영기 손잡이까지의 거리인 14 cm 거리에서 선량 측정이 되었고, 고정형 촬영기의 경우 이동용 촬영기와 비교를 위해 동일 거리인 피부 표면에서 14 cm 거리에서 선량 측정을 하였다. 각 활

영기별, 각 촬영기 내에서 환자 촬영부위별, 관두부 측정부위별로 비교하였고, 통계 처리는 통계 프로그램 SPSS v 13.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 사용하여 촬영기별, 관두부 측정부위별 비교는 independent t-test로, 환자 촬영부위별 비교는 one-way ANOVA 로 유의성을 검정하였다.

2) 누설 선량 비교

위의 두 X선 촬영기의 누설선량을 측정하기 위해 촬영 대상 없이 허공에 대고 노출시키면서 관두부의 직좌, 직우, 직후, 직상방에서 각각 3회씩 선량을 측정하여 각 촬영기별, 각 촬영기 내에서 관두부 측정 부위별로 비교하였고, 역시 통계 처리는 통계 프로그램 SPSS v 13.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 사용하여 촬영기별 비교는 independent t-test로, 관두부 측정부위별 비교는 one-way ANOVA로 유의성을 검정하였다.

결 과

1. 마네킹 촬영 시 관두부 주변에서 측정한 선량 비교

이동용 X선 발생장치와 고정형 X선 발생장치로 마네킹 상악의 좌측 구치부, 전치부, 우측 구치부 촬영 시 관두부의 좌, 우측 손 레벨에서 측정된 조사선량의 평균값 및 표준 편차는 Table 1과 같다. 이동용 촬영기로 촬영한 경우 측정된 선량의 평균값은 6.39 μ Gy로 고정형 촬영기로 촬영한 경우의 3.03 μ Gy보다 컸다 ($p < 0.001$). 이동용, 고정형 각 촬영기 내에서 환자 촬영부위별, 관두부 측정부위별 차이는 유의성이 없었다.

2. 누설 선량 비교

이동용과 고정형 X선 촬영기로 촬영 대상 없이 허공에 대고 노출 시 관두부의 직좌, 직우, 직후, 직상방에서 측정된 조사선량은 Table 2와 같다. 이동용 촬영기로 촬영한 경우 측정된 선량의 평균값은 2.97 μ Gy로 고정형 촬영기로

Table 1. Doses at the left and right hand level when taking maxillary left posterior, anterior and right posterior teeth area using portable and fixed X-ray machine (μ Gy)

	Maxillary left posterior		Maxillary anterior		Maxillary right posterior		Overall		Mean
	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	
Portable	5.84 \pm 2.67	6.07 \pm 0.84	6.06 \pm 1.41	7.30 \pm 1.40	5.96 \pm 0.49	7.09 \pm 3.00	5.95 \pm 1.53	6.82 \pm 1.80	6.39 \pm 1.68
Fixed	3.59 \pm 0.83	1.91 \pm 0.80	3.84 \pm 0.10	3.62 \pm 0.73	2.57 \pm 0.07	2.65 \pm 0.61	3.33 \pm 0.72	2.72 \pm 0.97	3.03 \pm 0.89

Table 2. Doses measured at the immediately left, right, posterior and superior side of tube head when air was exposed using portable and fixed X-ray machine (μ Gy)

	Immediately left	Immediately right	Immediately posterior	Immediately superior	Mean
Portable	4.24 \pm 0.97	4.36 \pm 1.47	3.29 \pm 1.26	0	2.97 \pm 2.06
Fixed	1.23 \pm 0.52	0	0	1.50 \pm 0.17	0.68 \pm 0.76

촬영한 경우의 0.68 μGy 보다 컸다($p < 0.01$). 이동용 촬영기의 경우 관두부의 직우방에서 측정된 평균선량이 4.36 μGy , 직좌방에서 4.24 μGy , 직후방 3.29 μGy , 직상방에서는 선량이 측정되지 않았으며, 이때 선량이 측정된 직우방, 직좌방, 직후방 간의 차이는 유의성이 없었다. 고정형 촬영기의 경우 관두부의 직상방에서 측정된 평균선량이 1.50 μGy , 직좌방에서 1.23 μGy , 직우방, 직후방에서는 선량이 측정되지 않았다. 이 때 역시 선량이 측정된 직상방, 직좌방 간의 차이는 유의성이 없었다.

고 찰

본 연구에서 이동용 치과 X선 촬영기는 실제 임상에서 디지털 센서와 함께 사용되고 있는 초점-조사통 끝까지의 거리가 14 cm인 짧은 조사통이 부착되어 있는 촬영기를 사용하였고, 일반 벽걸이 고정형 치과 X선 촬영기는 본 병원 구강악안면방사선과에서 X선 필름을 촬영하는 초점-조사통 끝까지의 거리가 20 cm인 Oramatic 558 촬영기를 사용하였다. 마네킹을 이동용 촬영기로 촬영시 측정된 선량은 고정형 촬영기로 촬영한 경우보다 컸으며, 촬영 대상 없이 허공에 대고 노출시 관두부 주변에서 측정된 누설선량도 이동용 촬영기에서 고정형 촬영기보다 더 크게 나타났다. 마네킹 촬영시 측정된 선량은 관두부에서의 누설방사선과 마네킹을 조사했을 때 발생된 산란 방사선에 의한 것으로 생각할 수 있는데, 누설 방사선량이 이동용 촬영기 특히 관두부의 좌우측에서 더 많이 발생되어 산란방사선은 두 종류의 촬영기에서 유사하게 발생된 것으로 생각된다. 이는 국내에서 이동용 촬영기를 판매시 관두부의 납처리가 완벽하게 되어 누설선량이 없다고 주장하는데 반하는 결과이다. 또한 이동용 촬영기 사용시 더 큰 문제점은 관두부를 술자가 직접 들고 촬영하기 때문에 환자가 가까이에 술자가 서게 되어 환자에서 발생되는 산란 방사선에 그대로 술자가 노출된다는 점이다. X선 관두부의 바로 측면부위는 촬영시 술자가 받는 방사선 중 일차 방사선의 방향에 있는 경우를 제외하고 가장 높은 선량이 측정되는 부위이다.³ 2003년 미국의 National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP)의 치과에서의 방사선 방어에 대한 권고안(NCRP report No.145)에 따르면, 최대의 산란 방사선은 일차방사선이 환자에 입사될 때 후방으로 향하게 되며, 최소 노출을 위한 술자의 가장 좋은 위치는 환자를 빠져 나가는 일차 방사선으로부터 45도의 각도에, 관두부로부터 적어도 2 m 이상 떨어져 있는 것이라 하였다. 또한 구내 촬영시 초점에서 피부까지의 거리가 짧은 경우 바람직하지 않은 선량 분포가 되고, 영상의 선예도가 떨어지게 되며, 영상의 과도한 확대, 변형이 초래될 수 있어 초점에서 영상 수용기까지의 거리는 20 cm 보다 반드시 커야 한다고 규정하고 있다.^{4,5} 그러나 이동용

촬영기로 촬영하는 경우 술자가 최대의 산란방사선이 향하는 관두부 쪽에, 아주 가까이 위치하며 특히 관두부를 잡고 있는 손은 본 연구에서 측정된 이동용 촬영기의 경우 조사통이 짧아 불과 환자 피부로부터 14 cm 거리에 위치되게 된다. 이는 술자에게 피폭량을 증가시켜 줄 뿐 아니라 영상의 질에도 악영향을 미치게 된다.

또한 이동용 촬영기의 경우 선량이 많이 감소되는 디지털 센서를 사용할 경우의 촬영 조건으로 조사하여 측정하였는데, 이동용 촬영기로 일반 X선 필름을 촬영한다면 노출시간을 2배 이상 증가시키게 되어 본 연구에서 측정된 선량보다 더 많은 산란 및 누설 선량이 발생될 것이라는 점이다. 납처리가 되어 전혀 누설선량이 없다는 업체의 주장과는 달리 누설선량도 고정형 촬영기보다 더 많이 측정되었다는 점도 간과해서는 안 될 것으로 생각된다.

선량측정기로 반도체 측정기인 Unfors Multi-O-Meter를 사용하였는데, 측정된 산란 및 누설 선량의 양이 1-9 μGy 정도로 낮은 값이라 여러 번의 노출 후 평균값을 구하면 더 좋은 데이터를 얻을 수 있을 것으로 생각되었으나, 이동용 촬영기의 경우 실제 술자가 촬영기를 들고 촬영을 해야 했기 때문에 실험을 위해 과다한 노출의 우려가 있어 여러 명의 술자가 각각 1회씩의 촬영만을 시행하였다. 이때 측정된 술자가 받는 선량의 양이 크지는 않으나 촬영기 양 측면이 가장 많은 산란 방사선을 받는 부위인 점을 고려할 때 조사통 주변에 산란 방사선을 막아 줄 수 있는 shield^{1,6}가 부착되어 있으면 술자의 선량이 현격히 줄어들 것으로 예상된다. 또한 국내에서 시판되는 많은 이동용 X선 촬영기 제품들이 20 cm 미만의 짧은 조사통이 달려 있는데, 이는 국내 식품의약품안전청의 의료용 X선 장치 기준 규격에 나와 있는 치과진단용 X선 발생장치의 경우 61-75 kV일 때 초점-피부간 거리가 20 cm 이상의 개방형 조사통을 구비해야 한다는 내용에도 위배된다.⁷

실제 NCRP에서 이동용 치과 X선 촬영기의 용도는 환자가 방사선실로 이동하기 어려울 정도로 건강 상태가 좋지 않은 경우에 사용하기 위한 것이며, 술자나 건강한 환자의 편의를 위해 사용되어서는 안 된다고 규정하고 있다.⁴

본 연구에서 임상에 사용되고 있는 이동용 치과 X선 촬영기 한 기종을 선정하여 디지털 센서를 촬영하는 조건으로, 고정형 치과 X선 촬영기는 F-speed 표준필름을 촬영하는 조건으로 산란 및 누설 선량을 비교한 결과 이동용 X선 촬영기에서 오히려 더 많은 선량이 발생되는 것을 알 수 있었다. 술자가 멀리 떨어져서 촬영하는 고정형 촬영기보다 직접 들고 촬영하는 이동용 촬영기에서 오히려 더 많은 선량이 발생되어, 국내에서 제작된 이동용 X선 촬영기의 제조 허가가 좀 더 엄격하게 이루어 져야 할 것으로 생각되며, 이 실험에 포함된 기종 이외에 국내에서 시판되고 있는 여러 기종들에 대한 평가가 이루어져야 할 것

로 생각된다.

참 고 문 헌

1. van Dis ML, Miles DA, Parks ET, Razmus TF. Information yield from a hand-held dental x-ray unit. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1993; 76 : 381-5.
2. 携帯用デンタルX線撮影装置 KX-60シリーズ. [cited 2007 Feb 28]. Available from: <http://www.asahi-xray.co.jp/products/15.html>
3. de Haan RA, van Aken J. The effective dose equivalent to the operator in intra-oral dental radiography. Dentomaxillofac Radiol 1990; 19 : 113-8.
4. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). Report No. 145: radiation protection in dentistry. Bethesda, Md.: NCRP; 2003.
5. Miles DA, Langlais RP. New dental x-ray guidelines: Their potential impact on your dental practice. Dent Today 2004; 9 : 128-34.
6. Webber RL, Webber SE, Moore J. Hand-held three-dimensional dental X-ray system: Technical description and preliminary results. Dentomaxillofac Radiol 2002; 31 : 240-8.
7. 의료기기기준규격. 의료용X선장치. [cited 2007 Feb 28]. Available from: http://rmdmoa.kfda.go.kr:9050/laws/laws_view.jsp?sfield=&skey=&psgeStr=&intIdx=198&intCategory=91