

치과 방사선 촬영기의 표면선량 변화

전남대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
이재서 · 강병철 · 윤숙자

The survey of the surface doses of the dental x-ray machines

Jae-Seo Lee, Byung-Cheol Kang, Suk-Ja Yoon

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Chonnam National University

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this study was to investigate variability of doses with same exposure parameters and evaluate radiographic density according to the variability of doses.

Materials and methods : Twenty-eight MAX-GLS (Shinhung Co, Seoul, Korea), twenty-one D-60-S (DongSeo Med, Seoul, Korea), and eleven REX-601 (Yoshida Dental MFG, Tokyo, Japan) dental x-ray machines were selected for this study. Surface doses were measured under selected combinations of tube voltage, tube current, exposure time, and constant distance 42 cm from the focal spot to the surface of the Multi-O-meter (Unfors Instruments, Billdal, Sweden). Radiographic densities were measured on the films at maximum, minimum and mean surface doses of each brand of x-ray units.

Results : With MAX-GLS, the maximum surface doses were thirteen to fourteen times as much as the minimum surface doses. With D-60-S, the maximum surface doses were three to eight times as much as the minimum surface doses. With REX-601, the maximum surface doses were six to ten times as much as the minimum surface doses. The differences in radiographic densities among maximum, mean, and minimum doses were significant ($p < 0.01$).

Conclusion : The surface exposure doses of each x-ray machine at the same exposure parameters were different within the same manufacturer's machines. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2005; 35 : 87-90)

KEY WORDS : Radiography, Dental; Radiation Dosage

서 론

방사선 촬영장비 및 관련기기를 계획적이고 체계적으로 관리하면 항상 최상의 방사선사진을 얻을 수 있어 진단능 (diagnostic performance)이 향상된다. 또한 촬영, 현상 등의 과정에서 오류를 줄여서 불필요한 재촬영이 줄어들고, 환자의 방사선 노출량이 감소되며, 환자와 술자의 불필요한 시간 낭비를 없애게 되어, 노력과 경비가 절감된다. 이렇게 방사선 촬영장비 및 관련기기를 계획적이고 체계적으로 관리하는 일을 정도관리 (quality assurance)라고 하며 그 목적은 환자와 술자의 방사선 노출량을 줄이면서 양질의 방사선 사진을 얻고자 하는 것이다.¹

치과방사선 영역에서 정도관리는 오랫동안 이루어져왔고, 정도관리의 일환으로 방사선 촬영기 및 방사선 관련 기기의 조절 기준에 따라 치과 방사선 장비를 평가한 연구가 이루어졌었다.²⁻¹² 미국구강악안면방사선학회 (American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, AAOMR)는 치과의사들이 방사선 촬영 및 진단 과정동안 필요한 방사선 보호방법, 필름 현상법, 방사선장비에 대한 기준을 제시했다. 이 기준은 모든 방사선 장비의 일정한 질적 관리가 필요함을 보여준다.¹³ 대한민국에서는 의료법 “진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙” 제4조에 의거하여, 진단용 방사선 발생장치는 설치할 때와 매 3년마다 측정 및 검사를 시행하도록 규정하고 있다.¹⁴

대한민국의 “진단용 방사선 발생장치의 검사기준”에 의하면 “조사선량의 변동계수가 0.05 이하이어야 한다”고 규정되어 있다.¹⁴ 그러나 촬영기간의 조사선량의 재현성에 관한 규정이 있는 것은 아니다. 그러므로 기종이 다르거나,

접수일 : 2005년 3월 14일; 심사일 : 2005년 3월 15일; 채택일 : 2005년 4월 28일
Correspondence to : Dr. Jae-Seo Lee
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Chonnam National University, Dongku Hak 1, Gwangju 501-757, Korea
Tel) 82-62-220-5426, Fax) 82-62-228-2924, Email) jsyi16@hanmail.net

같은 기종이라도 노출조건을 일정하게 하였을 때 노출량이 일정한지를 알아볼 필요가 있다. 방사선사진 촬영 시 적정노출이 되지 않으면 방사선사진의 질이 저하되어 진단에 영향을 미치고, 재촬영이 필요하게 되어 환자에게는 불필요한 방사선을 조사하게 되기 때문이다.

본 연구의 목적은 치과 방사선 촬영기 기종마다 촬영조건을 일정하게 하였을 때, 같은 방사선 촬영기종에서 노출량의 변화를 조사하고, 변화량이 방사선사진 흑화도에 미치는 영향을 조사하는 것이었다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

광주광역시소재 치과의원 82곳을 방문하여, 사용 중인 치과 방사선 촬영기 86대의 제조업체 및 관전류, 관전압을 조사하였다(Table 1). 조사대상 치과 방사선 촬영기는 모두 관전류 및 관전압을 조절할 수 없는 촬영기들이었다. 통계처리가 가능하도록 설치 빈도가 높은 신흥 MAX-GLS (Shinhung Co, Seoul, Korea) 28대, 동서 MED D-60-S (DongSeo Med, Seoul, Korea) 21대, 요시다 REX-601 (Yoshida Dental MFG, Tokyo, Japan) 11대로, 3가지 치과방사선 촬영기만을 연구대상으로 하였다.

2. 방 법

1) 치과 방사선 촬영기기의 선량측정

각 치과 방사선사진 촬영기의 방사선원 (focal spot)에서 선량측정기까지의 거리는 42 cm로 일정하게 하였다. 신흥 MAX-GLS는 환자 선택을 F(female)로 하고, 상악 전치부, 소구치부, 대구치부위 촬영의 3가지 촬영조건을 선택하여 부위별로 각각 3회씩 노출량을 측정하였다. 동서 MED D-60-S는 노출시간을 0.4, 0.6, 0.8의 3가지로 선택하여 각각 3회씩 노출량을 측정하였다. 요시다 REX-601은 노출시간을 0.7, 0.9, 1.2의 3가지로 선택하여 각각 3회씩 노출량을 측정하였다. 노출량의 측정은 반도체측정기 Multi-O-meter

(Unfors Instruments, Billdal, Sweden)를 사용하였다.

2) 필름 흑화도 측정

각 방사선 촬영기종의 노출 조건 중에서 신흥 MAX-GLS는 전치부, 동서 MED D-60-S는 0.8, 요시다 REX-601은 0.7인 상태에서 측정된 최대, 평균, 최소 선량을 GX-770 (Gendex, Des Plaines, USA)로 재현하여, No. 2 치과 방사선 필름 (Insight, Kodak Medical, NY, USA)에 각각 3장씩 노출시켰다. 노출된 필름을 자동현상기 PERIOMAT PLUS (Dürr Dental, Stuttgart, Germany)로 현상한 후 각 필름마다 임의로 5군데를 정하여, 흑화도 측정기 (Model 301, X-Rite Co, Grandville, USA)로 흑화도를 측정하였다. 각 촬영기종에 따라 3장의 흑화도 평균값을 구하여, 방사선촬영기종에 따른 최대, 평균, 최소 선량의 흑화도로 정하였다.

3) 통계분석

같은 기종의 치과 방사선 촬영기의 노출조건에 따른 노출량의 최대, 평균, 최소 측정치를 비교하였다. 치과 방사선 촬영기종 제조사별로 각각 주어진 촬영 조건에서 최대, 평균, 최소 노출량에 따른 흑화도 차이의 비교는 Mann-Whitney test을 이용하였다.

결 과

1. 치과 방사선 촬영기 및 촬영조건에 따른 노출량 측정

치과 방사선 촬영기의 방사선원 (focal spot)에서 선량측정기까지의 거리를 42 cm로 일정하게 위치시키고, 각 치과 방사선 사진촬영기종별로 3가지 노출조건을 정하여 방사선 노출량을 측정한 결과는 다음과 같았다.

1) 신흥 MAX-GLS

신흥 MAX-GLS는 F로 고정한 후 상악 전치부에 해당하는 촬영 조건으로 노출하여 측정된 선량의 평균 및 표준편차는 $1,575 \pm 764 \mu\text{Gy}$, 소구치부 $1,852 \pm 339 \mu\text{Gy}$, 대구치부 $2,124 \pm 1,026 \mu\text{Gy}$ 였다. 측정된 최대 선량은 전치부 $3,227 \mu\text{Gy}$, 소구치부 $4,053 \mu\text{Gy}$, 대구치부 $4,742 \mu\text{Gy}$ 로, 최소 선량은 전치부 $235 \mu\text{Gy}$, 소구치부 $310 \mu\text{Gy}$, 대구치부 $368 \mu\text{Gy}$ 였다 (Table 2). 신흥 MAX-GLS 촬영기 간에도 노출조건이 일정할 때, 최대 노출 선량은 최소 선량의 13배 내지 14배였다.

Table 1. The surveyed dental x-ray machines

X-ray machines	No.	Tube current	Tube voltage
Shinhung MAX-GLS	28	10 mA	60 kVp
Dong-Seo MED D-60-S	21	10 mA	60 kVp
Yoshida REX-601	11	10 mA	60 kVp
Trophy CCX digital	7	8 mA	70 kVp
Hallim XEUS HL-3001	5	10 mA	60 kVp
Shinhung MAX-GL	5	10 mA	60 kVp
Belmont DX-068	2	8 mA	65 kVp
Others	7		
Total	86		

Table 2. Surface exposure doses of MAX-GLS x-ray machine

Exposure time*	Exposure dose (μGy)		
	Mean \pm SD	Minimum	Maximum
Upper anterior	$1,575 \pm 764$	236	3,227
Upper premolar	$1,852 \pm 1,026$	310	4,053
Upper molar	$2,124 \pm 914$	368	4,742

*Manufacture's guide

Table 3. Surface exposure doses of MED D-60-S x-ray machine

Exposure time	Exposure dose (μGy)		
	Mean ± SD	Minimum	Maximum
0.4	428 ± 122	190	664
0.6	672 ± 245	166	1,232
0.8	850 ± 289	175	1,434

Table 4. Surface exposure doses of REX-601 x-ray machine

Exposure time	Exposure dose (μGy)		
	Mean ± SD	Minimum	Maximum
0.7	626 ± 276	172	955
0.9	773 ± 375	114	1,190
1.2	989 ± 471	155	1,551

Table 5. Radiographic densities

Dental x-ray machine	Exposure dose	Radiographic density (Mean ± SD)	p-Value
Shin-Hung MAX GLS	Maximum	4.53 ± 0.02	*
	Mean	4.18 ± 0.33	
	Minimum	1.21 ± 0.01	
Dong-Seo MED D-60-S	Maximum	3.54 ± 0.04	*
	Mean	2.78 ± 0.03	
	Minimum	0.92 ± 0.01	
Yoshida REX-601	Maximum	2.23 ± 0.04	*
	Mean	1.41 ± 0.03	
	Minimum	0.01 ± 0.00	

*: p < 0.01, by Mann-Whitney test

2) 동서 MED D-60-S

동서 MED D-60-S는 노출시간을 0.4로 노출하여 측정된 선량의 평균 및 표준편차는 428 ± 122 μGy, 0.6일 때 672 ± 245 μGy, 0.8일 때 850 ± 289 μGy 였다. 측정된 최대 선량은 0.4일 때 664 μGy, 0.6일 때 1,232 μGy, 0.8일 때 1,434 μGy 였다. 최소 선량은 0.4일 때 190 μGy, 0.6일 때 166 μGy, 0.8일 때 175 μGy 였다 (Table 3). 동서 MED D-60-S 방사선 촬영기 간에도 노출조건이 일정할 때, 최대 선량은 최소 선량의 3배 내지 8배 였다.

3) 요시다 REX-601

요시다 REX-601은 노출시간을 0.7로 조정하고 노출하여 측정된 선량의 평균 및 표준편차는 626 ± 276 μGy, 0.9일 때 773 ± 375 μGy, 1.2일 때 989.2 ± 471 μGy 였다. 측정된 최대 선량은 0.7일 때 955 μGy, 0.9일 때 1,190 μGy, 1.2일 때 1,551 μGy 였다. 최소 선량은 0.7일 때 172 μGy, 0.9일 때 114 μGy, 1.2일 때 155 μGy 였다 (Table 4). 요시다 REX-601 방사선 촬영기 간에도 노출조건이 일정할 때, 최대 선량은 최소 선량의 6배 내지 10배 였다.

2. 방사선 촬영기종에 따른 필름 흑화도 측정

최대, 평균, 최소 선량에서 평균 흑화도는 신흥 MAX-GLS는 각각 4.53, 4.18, 1.21 였고, 동서 MED D-60-S는 3.54, 2.42, 0.92, 요시다 REX-601은 2.23, 1.41, 0.01 였다 (Table 5). Mann-Whitney test로 흑화도의 최대와 평균, 평균과 최소, 최대와 최소값을 비교하였을 때, 모든 촬영기종에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (p < 0.01).

고 찰

치과 방사선의 정도관리 (Quality assurance)는 환자와 술자에게 최소의 방사선량으로 높은 질의 방사선 사진을 얻을 수 있도록 하는 것이며, 필름과 현상액, 암실의 정확성, X선 장비 등의 관리를 포함하는 정도관리의 최종 책임은 치과의사에게 있다.²

방사선사진 질과 환자에 대한 방사선 노출량은 방사선 사진 촬영 시 고려해야 할 중요한 요소이다. 왜냐하면 방사선 사진의 질이 낮으면 진단에 영향을 미쳐 치료를 어렵게 할 수 있기 때문이다.¹⁵ 방사선사진의 질을 향상시키면서 환자에게 불필요한 방사선 노출량을 줄이는 가장 효과적인 방법 중 하나는 재촬영의 수를 줄이고 방사선장비의 수명단축이 되는 오류를 없애는 것이다.³ 그러나 치과에 내원하는 많은 환자들은 부적절한 X선 장비와 오래된 기술, 부적절한 필름 현상으로 인해 불필요하게 높은 방사선을 조사받고 있다.^{16,17}

치과의사가 일반적으로 사용하는 노출시간의 평균으로 표면선량을 측정하여 52개 방사선 장비를 평가한 연구에서 선량의 차이가 많았다.⁴ 이것은 주어진 상황에서 같은 규격을 가진 기기에서도 노출시간의 결정은 전적으로 치과의사가 임의로 선택하였기 때문이었다. 또한 필름의 현상 과정이 권장된 규격에 따라 시행되지 않았고 촬영기술이 모든 X선 장비에서 표준화되어 있지 않았기 때문이었다. 108곳의 치과 의원을 대상으로 방사선사진의 질과 환자에 대한 노출량에 관한 연구에서, 동일한 Phantom을 촬영한 결과 각 그룹별로 다양한 범위의 노출시간을 사용했음을 볼 수 있었다.¹⁵ 이것은 치과의사들이 권장된 노출시간을 사용하지 않고 개인의 지식과 경험으로 노출시간을 결정하여 촬영하였기 때문이다. 그러므로 방사선사진 질의 향상과 환자 피폭량을 감소시키기 위해 치과방사선 사진을 촬영하는 기술과 현상과정을 표준화해야 할 필요가 있다고 하였다. 이러한 연구 결과들은 방사선사진 촬영 시 적절한 노출이 필요하지만, 환자에 따른 적정 노출은 경험에 의해 이루어지고 있음을 보여 준다.^{4,15}

현재 우리나라에서 치과방사선 사진은 대부분 치과 위생사들에 의해 촬영되고 있다. 치위생사 447명을 대상으로 근무연한과 이직률을 조사한 연구에서 치위생사의

54%가 치과 이직경험을 가지고 있었다.¹⁸ 이직한 치과와 이직하기 전의 치과가 같은 기종의 치과 방사선 촬영기를 사용하고 있다면 전의 경험대로 노출 시간을 결정하게 될 가능성이 많다. 이번 연구에 의하면 같은 기기당 일정한 조건에서 노출된 표면선량을 측정하였는데, 측정값의 범위가 다양하게 나뉘음을 볼 수 있었다(Table 2, 3, 4). 한 종류의 방사선촬영기에서 관전압, 관전류, 노출시간, 방사선원-측정기간의 거리 등의 노출 조건이 일정할 때, 같은 규격의 방사선촬영기에서도 표면선량이 3배 내지 14배까지 차이가 있었다. 피사체를 촬영하였을 때, 일반적인 방사선사진의 진단 정보를 얻을 수 있는 유용한 흑화도의 범위는 0.25-2로 흑화도 범위의 폭이 1.75이다.¹⁹ 본 연구에서는 흑화도 범위의 폭이 2.22내지 3.32로 적절한 허용 범위를 넘어, 진단에도 영향을 줄 수 있음을 시사하였다(Table 5).

새로운 치과 방사선 촬영기 또는 같은 기종의 촬영기라도 노출량이 다를 수 있으므로, 이직을 한 치위생사들이 이전의 경험대로 노출시간을 결정하면 적정노출로 촬영이 안 되어 진단에 영향을 미치거나 재촬영이 필요할 수 있다. 재촬영은 환자의 불필요한 방사선 피폭 증가를 의미한다.

그러므로 환자의 방사선 피폭을 줄이고, 양질의 방사선 사진을 얻기 위하여, 노출 조건이 같아도 같은 기종에서도 노출량이 다를 수 있다는 사실을 알고, 적정노출을 결정하여야 한다.

참 고 문 헌

1. 대한구강악안면방사선학교수협의회. 방사선 촬영장비 및 관련기기의 관리. 구강악안면방사선학. 제3판. 서울: 나래출판사; 2001. p. 60-7.
2. Geist JR, Katz JO. Radiation dose-reduction techniques in North American dental schools. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002; 93 : 496-505.
3. Platin E, Ludlow JB. Knowledge and adoption of radiographic quality assurance guidelines by general dentists in North Carolina. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995; 79 : 122-6.
4. Yakoumakis E, Tierris C, Tsalafoutas I, Stefanou E, Panayotakis G, Proukakis C. Quality control in dental radiology in Greece. Radiat Prot Dosim 1998; 80 : 89-93.
5. Farman AG, Hines VG. Radiation safety and quality assurance in North American dental schools. J Dent Educ 1986; 50 : 304-8.
6. Jensen OE, Handelman SL, Iker HP. Use and quality of bitewing films in private dental offices. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987; 63 : 249-53.
7. Goren AD, Sciubba JJ, Friedman R, Malamud H. Survey of radiologic practices among dental practitioners. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1989; 67 : 464-8.
8. Kantor ML, Hunt RJ, Morris AI. An evaluation of radiographic equipment and procedures in 300 dental offices in the United States. J Am Dent Assoc 1990; 120 : 547-50.
9. Nakfoor CA, Brooks SL. Compliance of Michigan dentists with radiographic safety recommendations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992; 73 : 510-3.
10. Bohay RN, Kogon SL, Stephens RG. A survey of radiographic techniques and equipment used by a sample of general dental practitioners. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994; 78 : 806-10.
11. Platin E, Janhom A, Tyndall D. A quantitative analysis of dental radiography quality assurance practices among North Carolina dentists. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1998; 86 : 115-20.
12. Tugnait A, Clerehugh V, Hirschmann PN. Radiographic equipment and techniques used in general dental practice: a survey of general dental practitioners in England and Wales. J Dent 2003; 31 : 197-203.
13. Quality Assurance Committee of American Academy of Dental Radiology. Recommendations for quality assurance in dental radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1983; 55 : 421-6.
14. 대한민국 의료법 제32조의 2. 진단용 방사선 발생장치의 안전 관리에 관한 규칙 및 진단용방사선발생장치의 검사 기준
15. Yakoumakis EN, Tierris CE, Stefanou EP, Phanourakis IG, Proukakis CC. Image quality assessment and radiation doses in intraoral radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001; 91 : 362-8.
16. Conney P, Gavin G, Rajan J, Malone JF. Radiation protection problems with dental radiological equipment. Radiat Prot Dosim 1995; 57 : 339-42.
17. Button TM, Moore WC, Goren AD. Causes of excessive bitewing exposure: Results of a survey regarding radiographic equipment in New York. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1999; 87 : 513-7.
18. 정연화. 치과위생사의 이직 결정에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 한국치위생교육학회지 2003; 3 : 183-94.
19. 대한구강악안면방사선학교수협의회. X선 필름, 증감지 및 격자, 구강악구강악안면방사선학. 제3판. 서울: 나래출판사; 2001. p. 26-40.