

국내 의료기관에서 측방두부규격방사선촬영시 임상에서의 촬영조건 및 환자 선량

서울대학교 치의학대학원 구강악안면방사선학교실 및 치학연구소
최진우

Radiographic examination protocol and patient dose in lateral cephalometric radiography in Korea

Jin-Woo Choi

Department of Oral and Maxillofacial Radiology and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University

ABSTRACT

Purpose : To survey the radiographic examination protocol for lateral cephalometric radiographic examinations and to measure their patient doses in Korea and to compare the dose according to the size of hospital, the type of image receptor system, and the installation duration.

Materials and Methods : The radiographic examination protocols (kVp, mA, and exposure time) for lateral cephalometric radiography were surveyed with 61 cephalometric radiographic equipments and their patient dose-area product (DAP) measured with a DAP meter (DIAMENTOR M4-KDK, PTW, Freiburg, Germany) for 51 cephalometric radiographic equipments. The radiographic examination protocols and patient doses were compared according to the size of hospital (university dental hospital, dental hospital, and dental clinic), the type of image receptor system (film-based, DR and CR type) and the installation duration, respectively. SPSS 12.0.1 for Windows (SPSS Inc., Chicago, USA) was used for independent t-test and ANOVA test.

Results : The average protocols were 77.0 kVp, 12.7 mA, 6.2 second for cephalometric radiography. The average patient dose (DAP) was 128.0 mGy cm² and 3rd quartile dose (DAP) 161.1 mGy cm² for cephalometric radiography for adult male. There was no statistically significant difference at average patient DAP according to the size of hospital, the type of image receptor system, and the installation duration, respectively.

Conclusion : The average patient dose was 128.0 mGy cm² and the third quartile patient dose 161.1 mGy cm² for lateral cephalometric radiography for adult male in Korea. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2010; 40 : 165-9)

KEY WORDS : Diagnostic Techniques and Procedures; Radiation Dosages; X-Ray Detectors

서 론

일반인들의 의료 지식의 향상으로 의료용 방사선 피폭에 대한 관리와 객관적인 데이터의 요구가 증가하고 있어 진단용 방사선검사시 환자 피폭선량의 평가는 더욱 중요시되고 있다. 촬영기기의 노후나 촬영조건의 과다 등 여러 원인으로 동일한 진단용 방사선촬영에서 환자의 피폭선량이 다양하게 나타나는데 영국의 National Radiological Protection

Board (NRPB)는 국가적 조사를 통해 특정 방사선검사의 환자선량의 약 75%에 해당되는 선량을 국가 참고선량(reference doses)으로 제시하였다.¹ 그 선량을 초과하는 경우 그 원인을 찾는 과정에서 상당한 피폭선량의 절감이 이루어질 수 있다. International Commission on Radiological Protection (ICRP) 또한 진단방사선영역에서 합리적으로 달성할 수 있을 만큼 가장 낮은 선량을 유지하기 위해 진단참고준위(Diagnostic Reference Level: DRL)를 사용할 것을 권고하였다.² 1999년 Napier³는 ‘Reference doses for dental radiography’의 보고에서 NRPB는 성인 하악 대구치 구내방사선촬영의 경우 4 mGy, 파노라마방사선촬영의 경우 65 mGy mm의 참고선량을 채택할 것을 권고하며 이 값은 허용 가

접수일(2010년 11월 22일), 수정일(2010년 12월 1일), 채택일(2010년 12월 3일)
Correspondence to : Dr. Jin-Woo Choi
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Seoul National University, Chang-kyeong-gung-ro 62-1, Jongno-gu, Seoul 110-768, Korea
Tel) 82-2-2072-2645, Fax) 82-2-744-3919, E-mail) runnachv@hanmail.net

능한 지침으로 사용될 수 있고 이를 초과할 경우 방사선술식을 철저히 조사하여 그 술식을 정당화하거나 아니면 개선해야 한다고 결론지었다.

우리나라에서도 흉부촬영 등의 참고선량 준위가 최근에 제시된 바 있으나 구내치근단방사선촬영, 파노라마방사선촬영, 두부규격방사선촬영과 같은 치과에서 주로 이루어지는 방사선검사에 대해서는 환자에 대한 선량측정 및 평가가 거의 이루어지지 않은 실정이다. 국내에서 치과용 방사선촬영에서의 환자선량에 대한 보고는 2005년 Lee 등⁴의 한 지역에 국한된 ‘치과 방사선 촬영기의 표면선량 변화’, Hong 등,⁵ Lee 등,⁶ Cho 등⁷의 유효선량 평가, Kim⁸의 산란선량 평가 등이 있었으나 전국에 걸친 국내 의료기관에서 두부규격방사선촬영시 피폭선량을 측정, 분석한 연구는 없었다.

이에 저자는 본 연구에서 국내 의료기관에서 측방두부규격방사선촬영시 임상적으로 적용하고 있는 촬영조건을 조사하고 환자에 대한 피폭선량을 측정하여 의료기관별, 장치종류별, 기기년한별로 환자선량의 차이가 있는지 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

무작위 추출을 통해 전국에 걸친 국내 치과대학병원, 치과병원, 치과의원을 포함한 치과 의료기관에서 61대(환자선량 측정 대상은 51대)의 두부규격방사선촬영기를 연구대상으로 하였으며, 선량측정기는 DAP meter (DIAMENTOR M4-KDK, PTW, Freiburg, Germany)를 사용하였다(Fig. 1).

Dose-area product (DAP) 측정 장비인 DIAMENTOR M4-KDK는 진단방사선 영역, 50-150 kV에서 전리함(ionization chamber)을 이용하여 DAP, DAP rate, entrance dose, entrance dose rate를 측정할 수 있는, DIN 6819, IEC 60580의 요구조건을 만족시키는 micorprocessor로 조정되는 측정기기이다. 본 실험에서 선량을 측정하기 직전에 PTW 본사에서 calibration을 시행하였다. IEC 60580에 따라 DIAMENTOR M4-KDK와 전리함은 Braunschweig에 있는 German National Laboratory에 의해서 calibrate된 reference instrument (IEC 60731)에 대해 비교되었다.

본 실험에 사용된 기기의

Calibration factor $DAP N_{DFP}=1.202 \times 10^9 \text{ cGy cm}^2/\text{C}$, Calibration factor (Entrance dose) $N_a=6.786 \times 10^6 \text{ Gy/C}$, reference condition은 20°C , 1,013 hPa, Constancy nominal value: $\pm 5\%$ 였다.

2. 연구방법

측방두부규격방사선촬영시 표준 성인 남자를 촬영하는



Fig. 1. DAP meter used in this study.



Fig. 2. Ionization chamber of DAP meter located at the tube side of cephalometric X-ray machine for DAP measurement.

조건으로 전 노출시간에 걸쳐 두부규격방사선촬영기의 X선관 측에 DAP 전리함을 위치시켜 DAP를 측정하였다(Fig. 2).

방사선촬영기의 유형(필름형, DR형, CR형), 촬영조건(관전압, 관전류, 초점-필름 간 거리, 조사시간 등), 촬영기에 대한 정보(제조사, 모델, 설치년도, 부가여과 등)를 조사한 후 DAP 측정을 위해 DAP 전리함을 두부규격방사선촬영기의 exit slit의 전면부에 부착시켰다. 측정검사 조건으로 각 의료기관에서 실제 성인 남자 환자에 대한 촬영을 위하여 사용하는 측방두부규격방사선촬영 조건에 맞추어 3회씩 DAP를 측정하고 온도와 기압을 측정하여 보정계수를 구하여 보정한 후에 평균값을 구했다.

두부규격방사선촬영시 측정된 환자 피폭선량은 장비 유

형별 (필름형, DR형, CR형), 의료기관 규모별 (치과대학병원, 치과병원, 치과의원), 기기년한별 (5년 이내, 6년 이후)로 비교하였다.

SPSS v. 12.0 통계 프로그램을 이용하여 independent t-test, ANOVA test와 사후검정으로 LSD test로 유의성을 검정하였다.

결 과

총 58개 의료기관에서 61대의 두부규격방사선촬영기를 대상으로 촬영조건, 진단영상정보 실태조사를 하였고 그 중 총 48개 의료기관에서 51대의 두부규격방사선촬영기를 대상으로 환자선량을 측정하였다 (Table 1).

1. 임상에서의 촬영조건 조사

전체 61대 촬영기에 대하여 각 의료기관에서 성인 남자

Table 1. Distribution of cephalometric X-ray equipment used for survey of radiographic examination protocol and DAP measurement

Seoul	13 (12)	Daegu	2 (2)
Gyeonggi	9 (9)	Gwangju	6 (2)
Chungnam	10 (10)	Jeonnam	4 (2)
Chungbuk	1 (1)	Jeonbuk	2 (0)
Busan	13 (13)	Jeju	1 (0)
Total: 61 (51)			

(): number of cephalometric X-ray equipment used for DAP measurement

Table 2. Radiographic examination protocol for lateral cephalometric radiography

	kVp	mA	Exposure time (sec)
Minimum	60	4	0.32
Median	78	10	4
Maximum	90	80	9
Mean	77.0	12.7	6.2

의 측방두부규격방사선촬영 조건을 조사하여 평가한 결과, 관전압은 60-90kVp, 관전류는 4-80mA, 노출시간은 0.32-9초까지 사용하고 있었으며, 평균값은 각각 77.0kVp, 12.7mA, 6.2초였다 (Table 2).

의료기관별 비교에서 치과대학부속치과병원의 경우 평균 관전류가 21.3mA로 높았고 평균 노출시간은 2.3초로 짧았다. 치과의원의 경우 평균 관전류가 10.4mA로 낮았고, 평균 노출시간은 6.9초로 긴 노출시간을 사용하였다 (p < 0.05) (Table 3). 촬영기 유형별 비교에서 DR형 촬영기의 경우 평균 노출시간은 9.0초로 필름형이나 CR형에 비하여 긴 노출시간을 사용하였다 (p < 0.05) (Table 4).

2. 환자선량 평가

성인 남자의 두부규격방사선촬영 검사시 환자가 받는 선량을 총 48개 의료기관, 51대 두부규격방사선촬영기를 대상으로 DAP 값을 측정하여 평가한 결과 평균 DAP는 128.0mGy cm², 제삼사분위값은 161.1mGy cm²였다 (Table 5). Fig. 3은 측정된 DAP 값을 보여주는 막대그래프이다.

의료기관 규모별 평균 환자선량을 비교한 결과 치과병원이 87.1mGy cm²로 가장 낮았고 치과의원의 경우 136.9mGy cm²로 가장 높았으나 통계적 유의성은 없었다 (Table 6). 촬영기 유형별 평균 환자선량 비교에서는 DR형이 144.2mGy cm²로 가장 높았고 필름을 사용하는 경우 92.6mGy cm²로 가장 낮았으나 이 역시 통계적 유의성은 없었다 (Table 7). 기기년한별 비교에서 5년 이내의 촬영기가 143.7mGy cm²로 6년 이상된 촬영기의 93.4mGy cm²보다 오히려 선량이 높았으나 이 역시 통계적 유의성은 없었다 (Table 8).

고 찰

본 연구에서 무작위 추출을 통하여 전국의 국내 치과대

Table 3. Comparison of radiographic examination protocol for lateral cephalometric radiography according to the size of hospital

	Number of equipment	Percentage	kVp	mA	Sec
University dental hospital	13	21	74.5	21.3*	2.3*†
Dental hospital	7	12	76.9	10.0	8.5*
Dental clinic	41	67	77.8	10.4*	6.9†

*†: statistically significant at p < 0.05

Table 4. Comparison of radiographic examination protocol for lateral cephalometric radiography according to the type of image receptor system

	Number of equipment	Percentage	kVp	mA	Sec
Film-based type	13	21	76.4	11.2*	2.0*
DR type	36	59	78.1	10.0†	9.0*†
CR type	12	20	74.0	22.3*†	1.7†

*†: statistically significant at p < 0.05

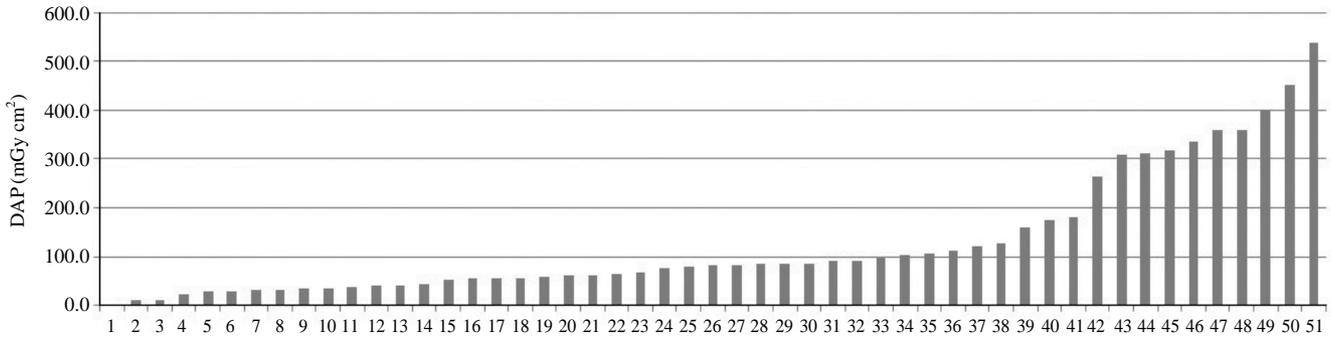


Fig. 3. Measured DAP values of cephalometric radiographic units for adult settings.

Table 5. Patient DAP for lateral cephalometric radiography for adult male

	DAP (mGy cm ²)
Minimum	2.2
Maximum	537.1
Mean	128.0
3rd quartile	161.1

Table 6. Average patient DAP for lateral cephalometric radiography according to the size of hospital

	Number of equipment	Percentage	DAP (mGy cm ²)
University dental hospital	9	18	125.0
Dental hospital	7	14	87.1
Dental clinic	35	68	136.9

Table 7. Average patient DAP for lateral cephalometric radiography according to the type of image receptor system

	Number of equipment	Percentage	DAP (mGy cm ²)
Film-based type	12	23	92.6
DR type	29	57	144.2
CR type	10	20	123.2

Table 8. Average patient DAP for lateral cephalometric radiography according to the installation duration

	Number of equipment	Percentage	DAP (mGy cm ²)
Less than 5 years	35	69	143.7
More than 6 years	16	31	93.4

학병원, 치과병원, 치과의원에서 측정한 성인 남자의 측방 두부규격방사선촬영시 평균 환자선량 DAP는 128.0 mGy cm²였고 제삼사분위 선량값은 161.1 mGy cm²였다. 외국의 치과용 방사선검사시 환자 권고선량에 대해서, 영국의 HPA에서 2005년 보고한 환자 권고선량은 구내치근단방사선촬영

의 경우 2.4 mGy, 파노라마방사선촬영의 경우 78 mGy cm² (DAP)로 조사되었고,⁹ 2003년 미국의 CRCPD에서는 구내치근단촬영의 경우 1.6 mGy, 측방 두부계측방사선촬영의 경우 0.2 mGy로 조사되었다.¹⁰ 2004년 Tierris 등¹¹은 2004년 구내치근단방사선촬영의 경우 62 mGy cm² (DAP), 파노라마방사선촬영의 경우 117 mGy cm² (DAP)로 보고하였고, 2007년 Looe 등¹²은 측방두부규격방사선촬영의 경우 32.6 mGy cm² (DAP)라고 보고하였다.

본 연구에서 측정된 선량이 Looe 등¹²의 결과인 32.6 mGy cm²보다 상당히 높았는데 그들의 측정 대상은 20대의 두부규격방사선촬영기로 그 중 2대가 영상관을 사용하는 CR형이었고 나머지는 필름형(한대가 필름감광도 250, 나머지는 필름감광도 400)이었으며 평균 관전압, 관전류, 노출시간은 각각 70.9 kVp, 10.9 mA, 0.85초였다. 이를 본 연구결과의 평균 관전압, 관전류, 노출시간인 77.0 kVp, 12.7 mA, 6.2초와 비교해 볼 때 우리나라에서 사용되는 두부규격방사선촬영 조건이 훨씬 높았다. 본 연구의 촬영조건 조사에서 DR형이 36대로 59%를 차지하였는데 DR형의 경우 평균 노출시간이 9.0초로 필름형의 2초나 CR형의 1.7초보다 현저히 큰 것을 알 수 있었다. 이는 시판되고 있는 DR형의 두부규격방사선촬영기의 상당수가 one-shot 노출에 의한 촬영이 아니라 슬릿 형태의 센서가 스캔하는 방식을 취하는 촬영기기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 필름형에서 평균 관전압, 관전류, 노출시간인 76.4 kVp, 11.2 mA, 2초도 독일의 70.9 kVp, 10.9 mA, 0.85초에 비해 모든 조건이 다 높아 적절한 촬영조건을 결정해야 할 필요성을 알 수 있었다.

촬영조건 의료기관 별 비교에서 치과대학부속치과병원의 경우 다소 높은 관전류, 짧은 노출시간을 사용하였고 치과의원의 경우 낮은 관전류, 긴 노출시간을 사용하였다. 이는 치과대학부속치과병원의 경우 CR형 장비를, 치과병원이나 치과의원의 경우 DR형 장비를 많이 보유하고 있었기 때문으로 생각된다.

촬영기 유형별 비교에서 DR형 촬영기의 경우 필름형이나 CR형에 비하여 긴 노출시간을 사용하는 것을 알 수 있

었는데 이는 대부분의 DR형 두부규격방사선촬영기가 짧은 시간에 한 번에 영상을 얻지 못하고 막대형의 센서를 스캔하는 방식으로 영상을 획득하기 때문인 것으로 생각한다.

의료기관 규모별 평균 환자선량을 비교한 결과 치과병원이 가장 낮았고 치과의원이 가장 높았으나 통계적 유의성은 없었다. 촬영기 유형별 평균 환자선량 비교에서는 DR형이 가장 높았고 필름을 사용하는 경우 가장 낮았으나 이 역시 통계적 유의성은 없었다. 이는 앞에서 언급한 바와 같이 많은 수의 DR형 두부규격방사선촬영기가 막대형의 센서를 스캔하는 방식으로 영상을 획득하기 때문에 긴 노출시간으로 인해 많은 선량을 야기하는 때문으로 생각할 수 있었으나 통계적 유의성이 없었던 것은 촬영기마다 선량의 차이가 크게 나타났기 때문이다. CR형 촬영기 또한 촬영조건이 필름을 사용할 때와 비교하여 오히려 증가되었기 때문에 더 환자선량이 많은 것으로 생각되었고 특히 각 의료기관에서 가장 낮은 조건에서 우수한 화질을 유지하는 최적의 촬영조건을 찾으려는 노력이 부족한 것을 알 수 있었다.

기기년한별 비교에서 5년 이내의 기기가 6년 이상된 기기보다 오히려 선량이 높았는데 그러나 이 역시 통계적 유의성은 없었다. 이도 역시 최근에 보급이 확산된 DR형의 촬영기가 낮은 선량을 보이는 장비도 있지만 높은 선량을 보이는 장비도 많기 때문인 것으로 생각되었다.

본 연구에서는 성인 남자에서의 측방두부규격방사선촬영시 임상적 촬영조건과 환자선량을 평가하였다. 그러나 임상에서 성인보다는 소아환자에서 더 빈번하게 두부규격방사선촬영이 이루어지기 때문에 향후 소아에서의 조사 및 측정이 필요하다고 생각한다. 소아의 경우 성장발육이 진행 중인 시기이기 때문에 최적의 촬영조건에서 최소한의 선량으로 촬영될 필요가 있어 더욱 주의가 필요하며 특히 최근 들어 보급이 확산되고 있는 DR형의 두부규격방사선촬영기를 선택할 때 환자선량 측면에서의 고려가 요망된다.

본 연구결과를 요약하면 성인 남자의 두부규격방사선촬영시 평균 촬영조건은 77.0kVp, 12.7 mA, 6.2초였고, 평균 환자선량은 128.0 mGy cm², 제삼사분위 환자선량은 161.1 mGy cm²였다. 환자선량은 의료기관별, 장치종류별, 기기년한별 비교에서 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않

았다.

참 고 문 헌

- Hart D, Hillier MC, Wall BF. NRPB-W14. Doses to patients from medical X-ray examinations in the UK - 2000 review [Internet]. Chilton: National Radiological Protection Board; 2002 [2009 Nov 30]. Available from http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947421571.
- ICRP. Diagnostic reference levels in medical imaging: review and additional advice. A web module produced by Committee 3 of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). ICRP; 2001 [cited 2009 Nov 30], available from http://www.icrp.org/docs/DRL_for_web.pdf.
- Napier ID. Reference doses for dental radiography. Br Dent J 1999; 186 : 392-6.
- Lee JS, Kang BC, Yoon SJ. The survey of the surface doses of the dental X-ray machines. Korean J Oral Maxillofac Radiol 2005; 35 : 87-90.
- Hong BH, Han WJ, Kim EK. Absorbed and effective dose from spiral and computed tomography for the dental implant planning. Korean J Oral Maxillofac Radiol 2001; 31 : 165-73.
- Lee JN, Han WJ, Kim EK. Absorbed and effective dose from newly developed cone beam computed tomography in Korea. Korean J Oral Maxillofac Radiol 2007; 37 : 93-102.
- Cho JY, Han WJ, Kim EK. Absorbed and effective dose from periapical radiography by portable intraoral X-ray machine. Korean J Oral Maxillofac Radiol 2007; 37 : 149-56.
- Kim EK. Leakage and scattered radiation from hand-held dental X-ray unit. Korean J Oral Maxillofac Radiol 2007; 37 : 65-8.
- Gulson AD, Knapp TA, Ramsden PG. HPD-RPD-022. Doses to patients arising from dental X-ray examinations in the U.K, 2002-2004. A review of dental X-ray protection service data [Internet]. Chilton: HPD-RPD; 2007 [cited 2009 Nov 30]. Available from http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947326586
- Committee on Quality Assurance in Diagnostic X-ray (H-7). CRCPD publication E-03-2. Patient exposure and dose guide - 2003 [Internet]. Frankfurt: CRCPD; 2003 [cited 2009 Nov 30], available from <http://www.crcpd.org/Pubs/ESERePublishedApr03.pdf>
- Tierris CE, Yakoumakis EN, Bramis GN, Georgiou E. Dose area product reference levels in dental panoramic radiology. Radiat Prot Dosimetry 2004; 111 : 283-7.
- Looe HK, Eenboom F, Chofer N, Pfaffenberger A, Sering M, Rühmann A, et al. Dose-area product measurements and determination of conversion coefficients for the estimation of effective dose in dental lateral cephalometric radiology. Radiat Prot Dosimetry 2007; 124 : 181-6.