

구내 표준 방사선사진을 이용한 구내방사선촬영기의 선질 평가

연세대학교 치과대학 치과방사선학교실

이상섭 · 권혁락 · 심우현 · 오승현 · 이지연 · 전국진 · 김기덕 · 박창서

Evaluation of the Beam Quality of Intraoral X-ray Equipments Using Intraoral Standard Films

Sang-Sub Lee, Hyok-Rak Kwon, Woo-Hyoun Sim, Seung-Hyoun Oh, Ji-Youn Lee, Kug-Jin Jeon, Kee-Deog Kim, Chang-Seo Park

Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Yonsei University

ABSTRACT

Purpose : This study was to evaluate the beam quality of intraoral X-ray equipments used at Yonsei University Dental Hospital (YUDH) using the half value layer (HVL) and the characteristic curve of intraoral standard X-ray film.

Materials and Methods : The study was done using the intraoral X-ray equipments used at each clinical department at YUDH. Aluminum filter was used to determine the HVL. Intraoral standard film was used to get the characteristic curve of each intraoral X-ray equipment.

Results : Most of the HVLs of intraoral X-ray equipments were higher than the least recommended thickness, but the REX 601 model used at the operative dentistry department and the X-707 model used at the pediatric dentistry department had HVLs lower than the recommended thickness. The slopes of the characteristic curves of films taken using the PANPAS 601 model and REX 601 model at operative dentistry department, the X-70S model of prosthodontic dentistry department, and the REX 601 model at the student clinic were relatively low.

Conclusion : HVL and the characteristic curve of X-ray film can be used to evaluate the beam quality of intraoral X-ray equipment. In order to get the best X-ray films with the least radiation exposure to patients and best diagnostic information in clinical dentistry, X-ray equipment should be managed in the planned and organized fashion. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2000 ; 30 : 183-188)

KEY WORDS : beam quality, half value layer, intraoral X-ray equipment, dental film

서 론

치과진료에서 환자는 물론 술자를 위해서 방사선 방어에 대한 많은 관심과 연구가 이루어져 왔다. 치과진료에서 일반적인 방사선 방어는 다음 3가지 기본 원칙을 따른다. 첫째, 방사선 노출은 정당화가 확실한 경우에 시행하고, 둘째, 방사선방어의 최적화로 방사선 노출은 합리적으로 달성 가능한 한 낮게 유지해야하며, 셋째, 노출량이 개인의 선량한도를 초과해서는 안된다.¹

일반적으로 치과진료에서 방사선 촬영여부를 결정하는 기준은 모호하지만 방사선 노출량을 줄이는 방법은 비교적 널리 알려져 있다. 현재 가장 유용하게 사용되고 있는 방법으로 D-speed 필름 대신 감광도가 높은 E-speed 필름을 사용하고, 원통형 시준기 대신 필름크기의 직사각형 시준기를 사용하는 것이다.^{2,3} 그러나 이러한 방법으로 방사선학적 검사를 시행한다 하더라도 촬영기가 부적합하거나 촬영방법이나 필름현상과정이 부적절한 경우 환자는 불필요한 방사선노출을 받을 수 있다. 환자에게 가해지는 방사선 노출량을 최소화하여야 하지만 무조건 방사선 노출량을 줄이게 되면 임상적으로 진단에 필요한 흑화도의 사진을 얻을 수 없기 때문에 적절한 필름 흑화도를 얻기 위한 최소한의 노출량을 알아야 할 필요가 있다. 방사선 노출량과 필름 흑화도 사이의 관계는 특성곡선 (characteristic cur-

접수일: 2000년 6월 19일 채택일: 2000년 7월 15일
Correspondence to : Prof. Chang-Seo Park
Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Yonsei University, Shinchon-Dong 134, Seodaemun-Gu, Seoul, KOREA
Tel) 02-647-4528, Fax) 02-363-5232
E-mail) csp@yumc.yonsei.ac.kr

ve)에 의해 결정되며 필름의 특성곡선 (characteristic curve)은 촬영기의 선질 (beam quality)과 필름의 현상과정에 의해 영향을 받는다.⁴ 따라서 진단을 위한 적절한 방사선량을 결정하기 위해서는 선질을 평가해야 할 필요가 있다. X선의 선질 (beam quality)이란 X선의 광자가 가지고 있는 에너지를 나타내는 말로 물체를 투과할 수 있는 능력 즉 투과력을 의미한다. 촬영기의 관전압이 선질을 측정하는데 직접 사용될 수 있으나, 정류 (rectification)의 종류와 여과의 형태, 양 등의 다른 요인들이 선질에 영향을 주기 때문에 관전압을 통한 선질의 평가는 정확하지 않을 수 있다.^{5,6}

X선속의 선질을 나타낼 때 반가층 (half value layer, HVL)이 주로 사용된다. 반가층은 X선광자의 수 혹은 방사선의 강도를 50%로 감소시키는데 필요한 물질의 두께를 의미하며, 진단방사선 영역에서는 주로 순수한 알루미늄이 사용된다. 방사선촬영기의 반가층은 여과의 물리적 성질과 선질에 의해 결정되기 때문에 촬영기의 선질을 평가하는 데 널리 사용되고 있다.^{7,8}

이에 저자들은 반가층과 필름의 특성곡선을 이용하여 현재 연세대학교 치과대학병원 내에서 사용하고 있는 구내 촬영기의 선질을 평가하고자 본 연구를 시행하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

연세대학교 치과대학병원 내 각 임상과에서 보유하고 있는 구내방사선촬영기를 연구대상으로 하였다. 실험에 사용한 구내방사선촬영기는 다음과 같다. 각 구내방사선촬영기의 사용연한은 치과방사선과의 X-70S는 9년, 보존과의 REX 601은 5년, X-70S는 5년이었고 나머지 구내촬영기는 4년이였다.

1) 구내방사선 촬영기

- (1) 치과방사선과 2대 : Heliodent MD (Siemen AG, Bensheim, Germany); X-70S (YOSHIDA, Tokyo, Japan)
- (2) 보존과 3대 : REX 601 (YOSHIDA, Tokyo, Japan); X-70S (YOSHIDA, Tokyo, Japan); PANPAS 601 (YOSHIDA, Tokyo, Japan)
- (3) 보철과 1대 : X-707 (YOSHIDA, Tokyo, Japan)
- (4) 소아치과 1대 : X-707 (YOSHIDA, Tokyo, Japan)
- (5) 치주과 1대 : PANPAS 601 (YOSHIDA, Tokyo, Japan)
- (6) 원내생진료실 2대 : X-707 (YOSHIDA, Tokyo, Japan); REX 601 (YOSHIDA, Tokyo, Japan)

2. 연구방법

1) 반가층 (HVL)의 결정

구내방사선촬영기의 초점에서 50 cm의 거리에 알루미늄

필터를 놓고 필터의 두께 (0.5-5.0 mm)를 변화시켜가며 일정한 노출시간으로 X선을 조사하여 각 알루미늄 필터의 두께에 따라 투과하는 조사선량을 측정하였다. 조사선량은 초점에서 100 cm의 거리에 digital dosimeter (RAD CHECK™ PLUS, VICTOREEN, Inc., NY, USA)를 놓고 2회 측정하여 그 평균값을 구하였다 (Fig. 1). 먼저 노출조건을 일정하게 한 후에 알루미늄 필터 없이 X선 조사선량을 측정하였다. 그 후 계속 알루미늄 필터의 두께를 증가시키면서 X선 조사선량을 측정하였다. 알루미늄 필터의 두께와 그때 얻어진 X선 조사선량치의 상관 관계를 그래프로 그려 알루미늄 필터 없이 측정된 X선 조사선량의 1/2이 되는 알루미늄 필터의 두께를 구하였다.

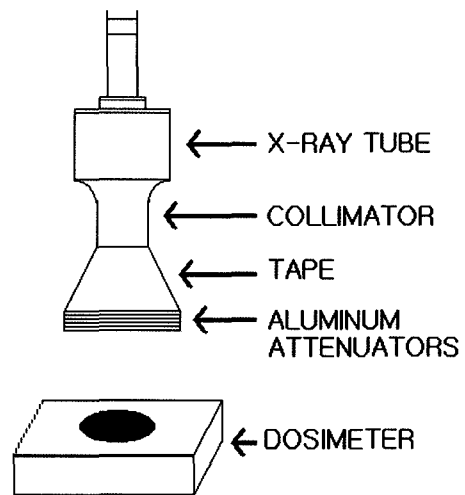


Fig. 1. Modified set-up of determining HVL.

2) 구내방사선촬영기의 특성곡선 결정

각 임상과의 구내방사선촬영기의 초점에서 60 cm의 거리에 구내필름 (Ektaspeed Plus, Kodak Co., Rochester, USA)을 놓고 0.02, 0.06, 0.10, 0.12, 0.16, 0.20, 0.25초로 노출시간을 변화시켜서 7장의 구내필름에 촬영을 시행하였다. 이때 각 노출시간에 따른 조사선량은 digital dosimeter (RAD CHECK™ PLUS, VICTOREEN, Inc., NY, USA)를 이용하여 측정하였다. 촬영된 필름은 자동현상기 (Periomat, Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany)를 이용하여 현상하였고, 현상액과 정착액은 원액과 물의 비율을 1:4로 섞은 자동현상기용 Readymatic 제품 (Kodak Co., Rochester, USA)을 사용하였으며 현상시간은 8분이였다. 현상된 필름의 방사선사진 흑화도는 densitometer (Densitometer PDA-85, Sakura, Japan)를 이용하여 필름의 서로 다른 6부위를 측정하여 그 평균값을 구하였다. 구내방사선촬영기의 조사선량과 측정된 방사선사진 흑화도를 이용하여 특성곡선을 구하였다.

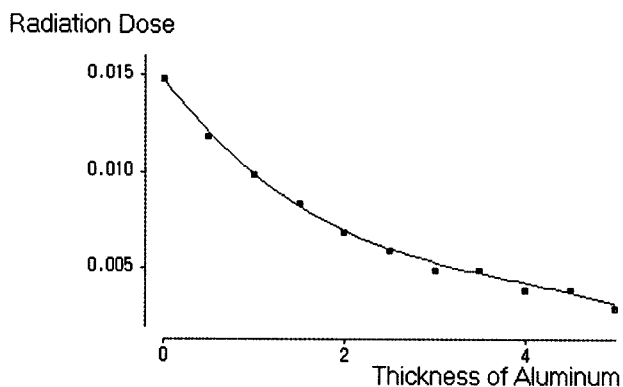


Fig. 2. Determination of HVL of Heliodent MD Intraoral X-ray equipment in department of Dental Radiology.

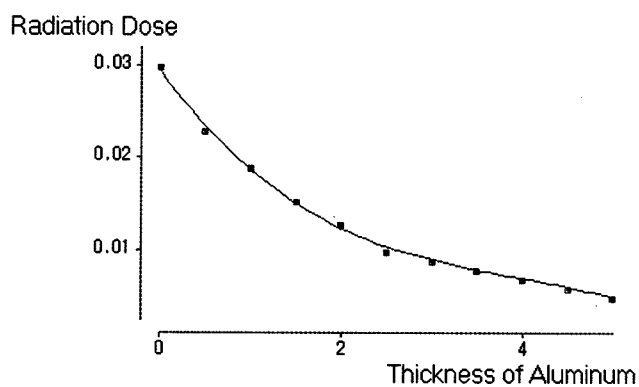


Fig. 5. Determination of HVL of PANPAS-601 Intraoral X-ray equipment in department of Operative Dentistry.

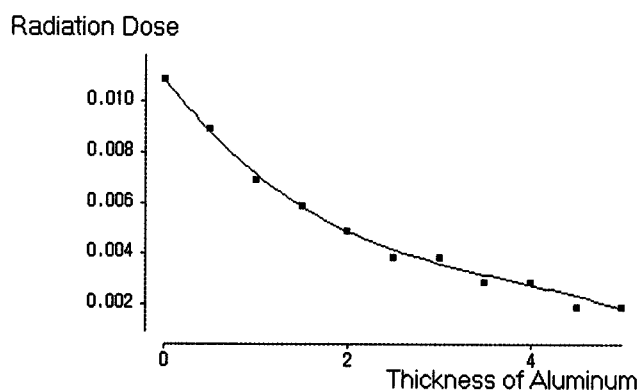


Fig. 3. Determination of HVL of X-70S Intraoral X-ray equipment in department of Dental Radiology.

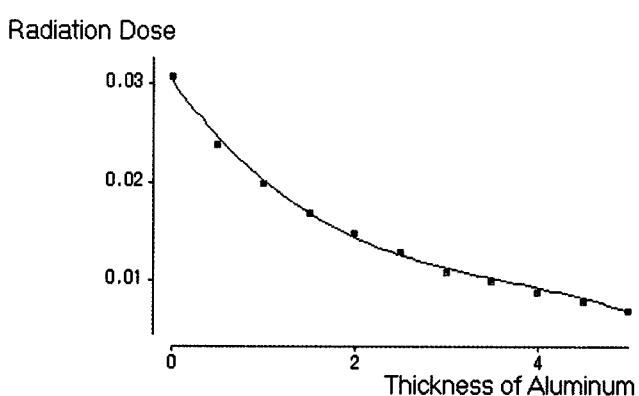


Fig. 6. Determination of HVL of X-70S Intraoral X-ray equipment in department of Operative Dentistry.

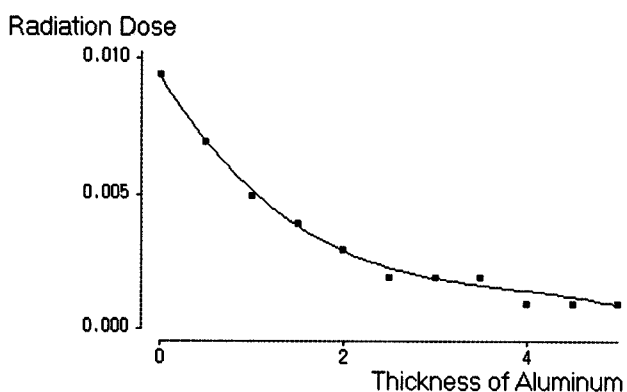


Fig. 4. Determination of HVL of REX-601 Intraoral X-ray equipment in department of Operative Dentistry.

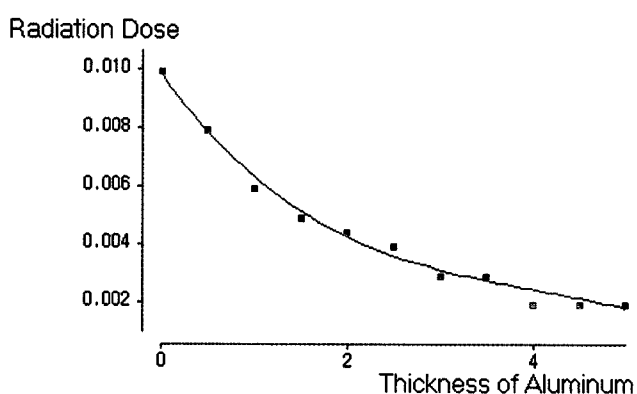


Fig. 7. Determination of HVL of X-707 Intraoral X-ray equipment in department of Prosthodontics.

실험 결과

1. 반가층 (Half value layer, HVL)의 결정

각 임상과에서 보유하고 있는 구내방사선촬영기 10대의

알루미늄 필터의 두께와 필터를 투과한 조사선량의 관계를 나타낸 그래프는 Figs. 2-11과 같다. 이 관계식을 이용하여 구한 반가층의 알루미늄 필터의 두께는 Table 1과 같다.

2. 각 구내방사선촬영기로 촬영된 필름의 특성곡선

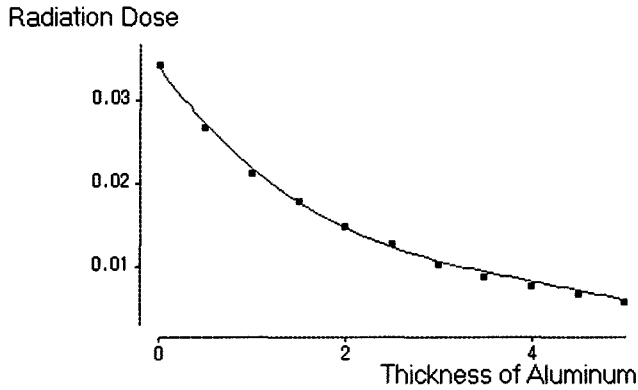


Fig. 8. Determination of HVL of PANPAS-601 Intraoral X-ray equipment in department of Periodontics.

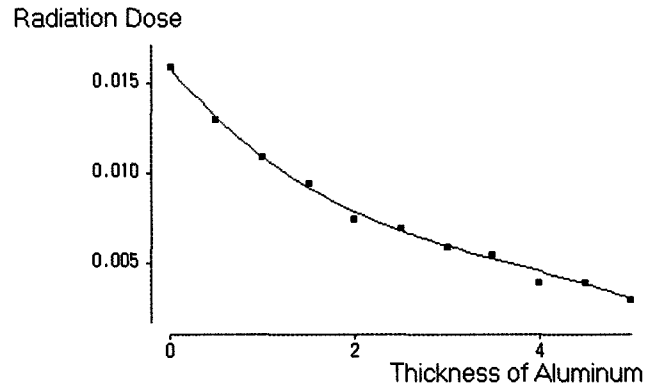


Fig. 10. Determination of HVL of X-707 Intraoral X-ray equipment in department of Student Clinic.

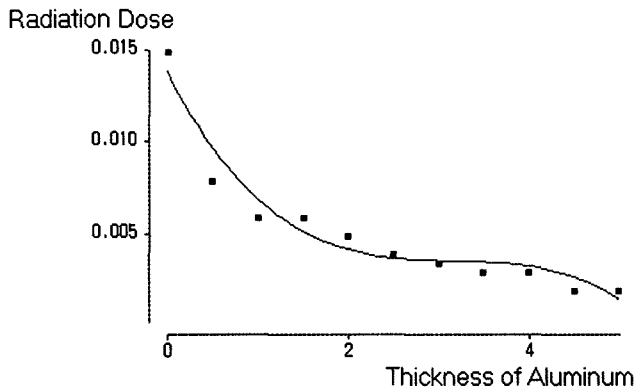


Fig. 9. Determination of HVL of X-707 Intraoral X-ray equipment in department of Pedodontics.

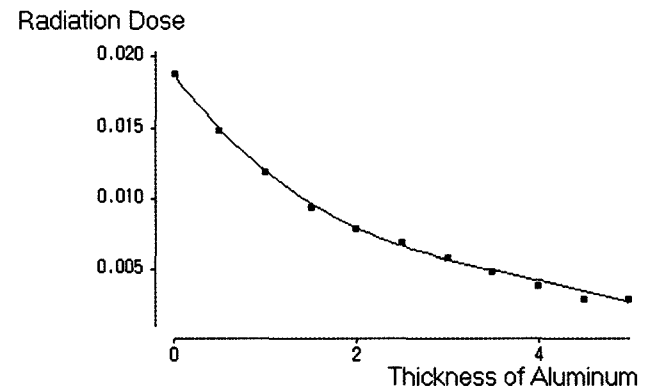


Fig. 11. Determination of HVL of REX-601 Intraoral X-ray equipment in department of Student Clinic.

Table 1. HVL of introral X-ray equipments

Department	Dental Radiology		Operative			Prosthodontics	Periodontics	Pedodontics	Student Clinic	
	A1	A2	B1	B2	B3	C	D	E	F1	F2
Tube voltage (kVp)	70	70	60	60	70	70	60	70	70	60
Tube current (mA)	7	15	10	10	15	7	10	7	7	10
HVL (mm of aluminum)	1.75	1.68	1.13	1.58	1.73	1.53	1.57	0.88	1.96	1.54

※ A1: Heliodent MD, A2: X-70S, B1: REX 601, B2: PANPAS 601, B3: X-70S, C: X-707, D: PANPAS 601, E: X-707, F1: X-707, F2: REX 601

각 구내방사선촬영기의 조사선량과 필름의 optical density를 이용하여 구한 특성곡선은 Fig. 12와 같다.

총괄 및 고찰

방사선 촬영장비의 특성관리 프로그램 (quality assurance program)의 목적은 환자에게 노출되는 방사선의 양을 최소로 하면서 방사선사진의 질을 최고로 향상시키기 위한

것이다. 이를 위해서는 적당한 조사선량을 결정해야하며 이는 구내방사선촬영기의 선질에 따라 달라지게 된다. 촬영기의 선질을 평가하는 반가층 측정시 셀로판, 알루미늄, 구리, 주석, 납 등이 사용될 수 있으나 구내촬영기에서 사용되는 관전압의 범위에서는 알루미늄과 구리의 사용이 추천되고 있다.⁹ 관전압에 따라 추천되는 반가층의 최소 두께는 다르며, 50 kVp에서는 1.2 mmAl 이상, 60 kVp에서는 1.3 mmAl 이상, 70 kVp에서는 1.5 mmAl 이상이 추천되고

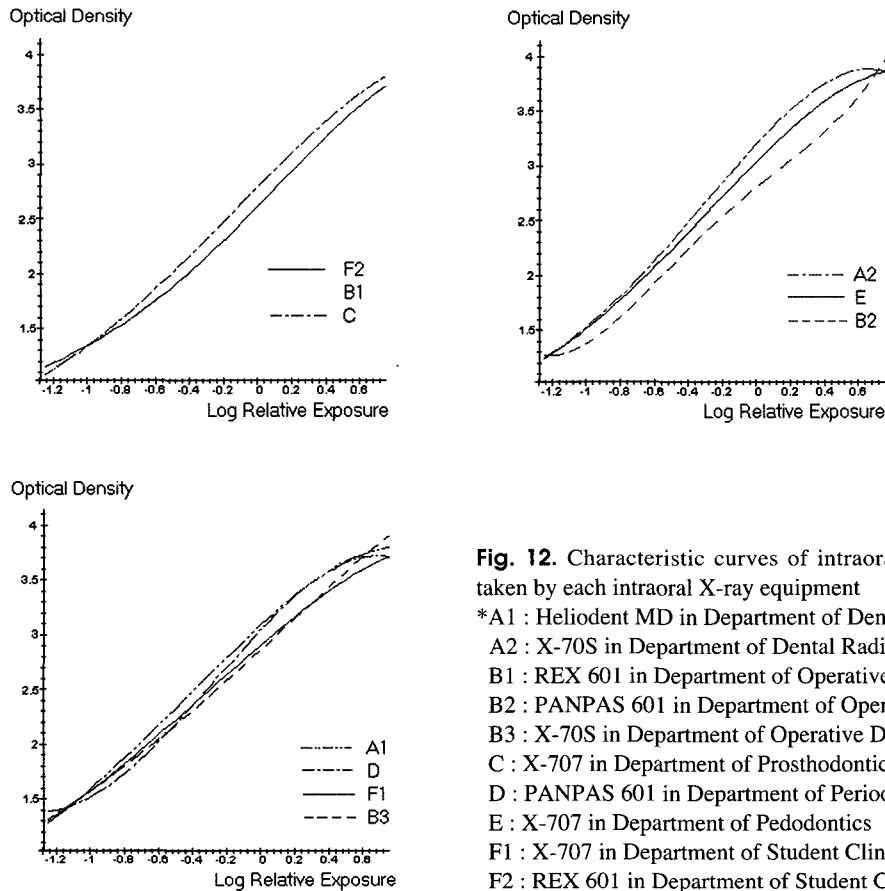


Fig. 12. Characteristic curves of intraoral standard X-ray film taken by each intraoral X-ray equipment

- *A1 : Heliodont MD in Department of Dental Radiology
- A2 : X-70S in Department of Dental Radiology
- B1 : REX 601 in Department of Operative Dentistry
- B2 : PANPAS 601 in Department of Operative Dentistry
- B3 : X-70S in Department of Operative Dentistry
- C : X-707 in Department of Prosthodontics
- D : PANPAS 601 in Department of Periodontics
- E : X-707 in Department of Pedodontics
- F1 : X-707 in Department of Student Clinic
- F2 : REX 601 in Department of Student Clinic

있다.¹⁰ 관전압에 따라 추천되는 최소 반가층의 두께보다 촬영기의 반가층이 작은 경우 이는 X선속이 진단에 필요한 해부학적 구조물을 투과할 수 있을 정도의 충분한 에너지를 갖지 못하는 투과력이 낮은 장파장의 X선 광자라는 것을 의미한다. 이런 저에너지의 X선속은 단지 환자에 대한 방사선 노출량만 증가시키고 방사선사진의 흑화도에는 별 영향을 미치지 못하게 된다.¹ 현재 연세대학교 치과대학병원내에서 사용되고 있는 구내방사선촬영기의 반가층은 대개 추천되는 최소 반가층 이상의 두께를 보였으나 (Table 1), 보존과의 REX 601 기종은 1.13 mmAl, 소아치과의 X-707 기종은 0.88 mmAl로 추천되는 최소 반가층 보다 작게 나타났다. 관전압과 관전류가 동일한 경우에도 반가층은 촬영기종에 따라 달랐는데, 이는 기종에 따라 관구의 형태와 길이, 고유여과의 형태와 양, 정류방식의 차이에 기인한다고 하겠다. 또한 동일한 기종에서도 반가층에 차이를 보였는데 (Table 1), 촬영기의 촬영빈도가 많고 사용연한이 길수록 반가층이 다소 작은 경향을 보였다.

현재 연세대학교 치과대학병원에서 시행하고 있는 치과진단용 방사선 발생장치의 정기검사에서는 접지설비, 외장 누설전류, 조사선량의 재현성, 관전압, 관전류, 광조사야차시험, 타이머시험등이 이루어지고 있다. 이 검사들은 조사선량과 누출방사선 (leakage radiation) 등을 평가할 수 있으나,

X선속의 선질을 평가하는에는 한계점을 갖는다 할 수 있다. 따라서 치과진단용 방사선 발생장치의 정기검사에서 X선속의 선질을 평가하기 위한 검사가 필요하다고 생각된다.

반가층 측정시 알루미늄 필터의 순도가 고려되어야 하는데 알루미늄 필터의 순도가 떨어지는 경우 측정된 반가층의 두께는 실제 보다 작아지게 된다. 따라서 치과임상이나 연구소에서 방사선 촬영기기 평가를 위해서는 순수한 알루미늄이 사용되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 오류를 방지하기 위해 Radiation Measurements, Inc. (Wisconsin, USA)에서 생산한 순수한 알루미늄을 사용하였다.

각 임상과에서 보유하고 있는 구내방사선촬영기로 촬영된 필름의 특성곡선을 상대적으로 비교해 볼 때 방사선사진에서 진단 정보를 얻을 수 있는 유용한 필름의 흑화도 범위인 0.25-2.0 사이에서 치과방사선과의 Heliodont MD와 X-70S, 원내생진료실의 X-70S, 보존과 X-70S, 소아치과 X-70S는 비교적 유사한 곡선의 경사도를 갖는데 비해 보존과의 PANPAS 601과 REX 601, 보철과 X-70S, 원내생진료실 REX 601은 곡선의 경사도가 비교적 낮아 동일한 흑화도를 얻기 위해서 필요로하는 조사선량이 상대적으로 더 많음을 알 수 있었다 (Fig. 12). 이 기종들 중 보존과의 PANPAS 601과 REX 601, 원내생진료실 REX 601 기종은 관전압이 60 kVp로, 동일한 흑화도를 얻기 위해 필요한 환

자의 조사선량을 60kVp보다는 70kVp에서 더 낮출 수 있음을 알 수 있었다. 이는 관전압이 증가할수록 X선 광자의 평균에너지와 최대에너지가 증가되어 투과력이 증가하기 때문이라 생각된다. 반가층이 추천되는 최소 반가층보다 작은 소아치과의 X-707 기종의 경우 반가층이 특성곡선에 미치는 영향이 적었는데 이는 필름에 방사선이 직접 노출되었기 때문이라 생각되며, 실제 환자를 촬영한 경우에는 저에너지의 X선속으로 인해 방사선이 조직에 흡수되어버리므로 동일한 흑화도를 얻기 위해 필요로 하는 조사선량은 높으리라 생각된다.

결론적으로 환자에게 최소한의 방사선을 조사하여 최대의 진단 정보를 얻을 수 있는 최상의 방사선 사진을 얻기 위해서 치과임상에서는 X선 장비에 대한 관리가 계획적이고 체계적으로 이루어져야 하며, 알루미늄 필터와 구내필름을 이용한 반가층과 필름 특성곡선의 분석이 구내촬영기의 선질 평가에 유용하게 사용될 수 있으리라 여겨진다.

참 고 문 헌

1. 대한구강악안면방사선학회. 구강악안면방사선학. 제2판. 서울: 이우출판사; 1996. p.16, 199.
2. Horner K. Radiation protection in dental practice. Review article. Br J Radiol 1994; 67: 1041-9.
3. Freeman JP, Brand JW. Radiation doses for commonly used dental radiographic surveys. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994; 77: 285-9.
4. Boere G, Van Aken J. Sensitometric properties of direct exposure dental X-ray films in relation to the characteristic curve. Dentomaxillofac Radiol 1990; 19: 49-54.
5. Beeching B, Smith NJD. The radiation safety of new dental x-ray sets. Br Dent J 1981; 150: 94-102.
6. Svenson B, Peterson A. Accuracy of radiographic caries diagnosis using different X-ray generators. Dentomaxillofac Radiol 1989; 18: 68-71.
7. Frederiksen NL, Goax PW. Parameters affecting radiographic contrast. Dentomaxillofac Radiol 1990; 19: 173-7.
8. Richards AG. Quality of an X-ray beam. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1964; 17: 739-44.
9. Edith H. Physical foundations of radiology. 2nd ed. NY: Hoeber Inc.; 1959. p. 56, 284, 288.
10. Bushberg JT, Seibert JA, Leidholdt EM, Boone JM. The essential physics of medical imaging. Malvern: Williams & Wilkins; 1994. p. 147-152, 423-4, 634-7.