

Kodak Insight 치과필름의 특성에 관한 연구

원광대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실, 원광치의학 연구소
송영한 · 이 완 · 이병도

Study on the characteristics of Insight dental x-ray film

Young-Han Song, Wan Lee, Byung-Do Lee

Department of Oral & Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Wonkwang University, Wonkwang Dental Research Institute

ABSTRACT

Purpose : To investigate the characteristics of the newly marketed, Insight dental X-ray film.

Materials and Methods : Kodak Ultraspeed (DF-58), E-speed, Agfa Dentus M2, and Kodak Insight (IP-21) films were radiographed using a Trophy intra-oral radiographic machine. 10 step exposure times were prepared and each step exposure was monitored using a FH 40G (ESM Eberline Instruments) dosimeter for each of the 4 types of intra-oral film. All films were manually processed and the radiographic densities at 6 sites of each processed film were measured, and the characteristic curves of each of the 4 types intra-oral films were created utilizing these dosimetric data and radiographic densities, based on ISO 5779. The film contrast, speed, and base plus fog density of Insight film were compared with those of the 3 other films examined in this experiment.

Results : E-speed film showed greatest average gradients followed by Insight film. E-speed and Ultraspeed film showed great average gradients at low density levels. Insight film showed the fastest speed followed by E-speed, Dentus M2 and Ultraspeed film. Dentus M2 film showed greatest base plus fog density level followed by Insight film.

Conclusion : Kodak Insight film showed fastest film speed with comparable film contrast on characteristic curve. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2003; 33 : 21-6)

KEY WORDS : x-ray film; film dosimetry

서 론

X선이 인체에 투사되면 신체조직과의 상호작용으로 X선 감약 정보가 발생하게 되고 이 정보를 X선 필름이 기록하게 된다. 구내 X선필름의 경우 치아 법랑질, 상아질 등의 미세한 무기물 함량의 변화, 치조백선 연속성 평가 및 해면골 골소주의 초기 병변 인지 등을 위해서는 선예도, 대조도 등의 필름특성이 좋아야 하며 아울러 환자에 대한 방사선 조사량을 감소시키기 위해서 높은 필름 감광도가 요구된다.^{1,2}

1980년대 초까지 감광도 D군(Ultraspeed) 필름이 임상에서 대부분 사용되었으나 1981년에 출시된 감광도 E군

(Ektaspeed) 필름은 D군에 비해 2배 정도 높은 감광도를 가지므로 환자에 대한 방사선 노출량을 1/2 수준으로 감소시킬 수 있다고 보고되었다.³⁻⁵ 일부 학자들은^{3,6,7} E군 필름이 D군에 비해 상대적으로 낮은 필름 대조도를 보인다고 하였으나 Frykholm 등⁸⁻¹¹은 E군과 D군 필름간의 대조도 차이가 거의 없다고 하였으며 이러한 필름 대조도는 현상 조건에 의해서도 다양하게 표현되는 것으로 알려졌다.^{12,13} 그러나 많은 치과의사들이 E군보다는 D군 필름을 사용하는 경향이 존재하여 D군 필름이 E군 필름보다 상의 질(image quality)이 우수함을 반증하였다.^{14,15}

1994년에 선보인 Ektaspeed plus 필름은 T-Grain 공법 사용으로 E군 필름을 보다 보완한 제품으로 보고되었으며^{5,6} 이러한 D군 및 E군 필름, Ektaspeed 필름의 특성을 서로 비교한 연구도 많이 보고되었다. Tamburus와 Lavrador 등¹⁶은 aluminum stepwedge와 인간 전조 두개골을 대상으로 Ektaspeed Plus, Ektaspeed와 Ultraspeed 필름들의 특성을 서로 비교한 바 있으며 Ludlow 등¹⁷은 Ektaspeed Plus 필름

*이 논문은 2002년도 원광대학교 교내연구비에 의해 연구되었음.
접수일 : 2002년 11월 4일; 심사일 : 2002년 11월 8일; 채택일 : 2003년 1월 6일
Correspondence to : Prof. Byeong-Do Lee
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Wonkwang University, 344-2, Shinyong dong, Iksan city, Chunbuk, 570-711, Korea
Tel) 82-63-850-1912, Fax) 82-63-857-4002
E-mail) eebydo@wonkwang.ac.kr

을 E군과 비교시 유용 흑화도 상방 2/3 범위에서 대조도가 우수하고 또한 Ektaspeed Plus 필름은 D군이나 E군 필름과는 달리 현상액 오염여부와 관계없이 일정한 대조도를 유지한다고 하였다.

필름 특성곡선은 X선 노출량에 대한 방사선사진 흑화도와의 관계를 바탕으로 작성되며 필름 감광도, 대조도 및 관용도 등을 측정할 수 있어 필름특성에 대한 연구의 중요한 기반이 된다.^{1,2,18} 물론 ISO (International Organization for Standardization) 기준에 의한 필름 감광도 평가 방법에는 여러 가지 논란이 있었지만 국내필름의 특성에 대한 많은 연구가 특성곡선을 중심으로 이루어져 왔다.^{10,19,20}

최근에 Kodak Insight 필름이 국내필름으로 출시되었는데 높은 감광도와 대조도를 보이고 E 혹은 F군의 감광도를 보인다고 보고되고 있으며^{18,21,22} 국내 임상에서의 그 사용도가 높아가고 있다. 따라서 본 연구에서는 최근 개발된 Kodak Insight 필름 및 기존에 사용되고 있는 감광도 D군과 E군 등의 필름 특성곡선을 작성하여 여러 가지 필름 특성들을 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

Trophy사의 구내 X선 촬영기 (Irix 70, 반가층이 2.5 mm Aluminum)를 이용하여 Table 1에 정리한 필름을 대상으로 X선 사진 촬영하였고, FH 40G (ESM Eberline Instruments, μSv)를 이용하여 선량측정을 하였으며 (Fig. 1) Photodensitometer (Model 07-443, Nuclear Associates, Victoreen, 2 mm diameter circular aperture)를 이용하여 방사선사진 흑화도를 측정하였다.

2. 연구방법

X선 필름촬영시 초점필름간 거리 60 cm, 70 kVp, 8 mA 촬영조건으로 평행 촬영하였으며 노출시간을 0.12초, 0.22초, 0.30초, 0.40초, 0.50초, 0.62초, 0.76초, 1.02초, 1.30초, 2.0초의 10단계로 조정하여 다음 선량측정을 하였다. 노출된 필름을 제조회사 지시에 따라 20°C 현상온도에서 2분 30초 동안 Vivid®현상액을 이용하여 수동 현상하였고 현상된 방사선사진을 대상으로 임의대로 방사선사진의 가장자리 6군데를 측정하고 그 평균치를 취하여 방사선사진 흑화도로 결정하였다. 그리고 X선을 노출하지 않고 현상된 필름을 대상으로 방사선사진 흑화도를 측정하여 base plus fog density값을 구하였으며 이 과정을 3회 반복하였다.

측정된 선량 및 흑화도를 기반으로 ISO 5779²³에 의거 각 필름별로 특성곡선을 작성한 다음 base and fog density 상방의 방사선사진 흑화도 1.0을 발생시키는 선량의 역수를 감광도로 설정하고 각 필름간의 감광도를 비교하였다.

Table 1. Dental X-ray films

Manufacturer	Film name	Speed
Kodak	Ultra-speed (DF-58)	D speed
Kodak	E-speed	E speed
Agfa	Dentus M2	E speed
Kodak	Insight (IP-21)	E/F speed

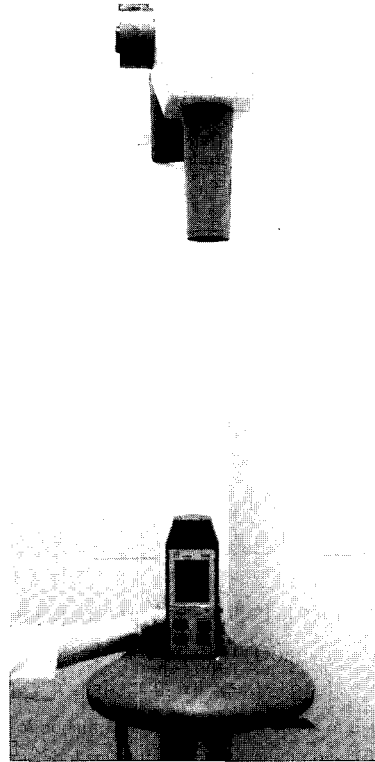


Fig. 1. Dosimetry of film with FH 40G (ESM Eberline Instruments, μSv).

특성곡선의 횡축에 사용된 선량은 Sv로 측정된 선량, X선 촬영기의 반가층이 2.5 mm Aluminum인 점을 감안, $1 \text{ Gy} = 1.47 \text{ Sv}$ 의 변환율을 적용시켜 Gy단위로 변환시켰다. 필름 대조도는 특성곡선의 기울기를 계산하여 구하였는데 방사선사진 흑화도 별로 평가하였고 방사선사진 흑화도 0.67에서 2.0까지의 곡선기울기를 구하여 평균 대조도 (average gradient)로 설정하고 각 필름간을 비교 평가하였다.

결 과

1. 필름 대조도

특성곡선의 기울기로 계산하는 필름 대조도는 E-speed, Insight 필름의 순으로 높았으며 방사선 사진 흑화도 1.0 이하 범위에서는 E-speed와 Ultraspeed 필름대조도가 가장 높게 나타났다 (Table 2, 3, Figs. 2, 3).

Table 2. Radiographic densities according to relative exposure doses of each films

Exposure Film	-5.185	-5.119	-5.000	-4.872	-4.771	-4.650	-4.575	-4.395	-4.326	-4.164
Ultraspeed	0.345	0.428	0.495	0.566	0.642	0.724	0.821	1.005	1.191	1.638
E-speed	0.451	0.588	0.866	0.819	0.950	1.099	1.276	1.620	1.950	2.712
Dentus M2	0.613	0.742	0.804	0.918	1.041	1.241	1.345	1.672	1.915	2.537
Insight	0.508	0.642	0.766	0.869	1.020	1.171	1.355	1.707	2.057	2.723

Exposure : Log (exposure in Gray)

Table 3. Film contrast of each film according to radiographic density level

Film Density level	Ultraspeed	E-speed	Dentus M2	Insight
0.67-1.0	1.294	1.294	0.702	1.229
1.0-1.5	1.862	2.191	1.817	2.129
1.5-2.0	2.327	2.865	2.483	2.759
2.0-2.5	2.762	3.548	3.104	3.548
2.5-3.0	3.103	3.921	3.548	3.725
Average gradient	2.156	2.516	1.867	2.428

Average gradient : the slope of two point (0.67, 3.0)

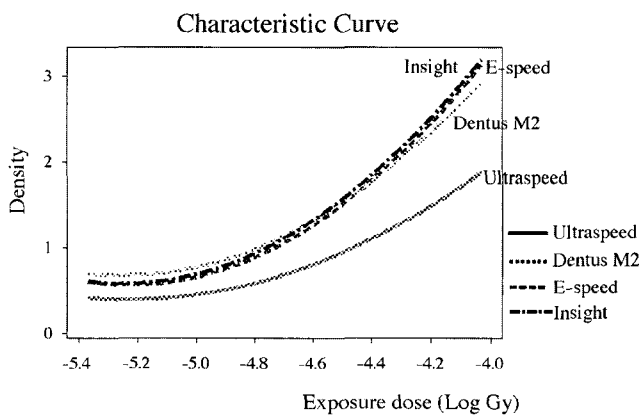


Fig. 2. Characteristic curve of Ultraspeed, E-speed, Dentus M2 and Insight film.

Non-Linear Regression

Ultraspeed = 28.3599 + 10.7004X + 1.02369X² (R² = 98.1%)

Kodak E speed = 49.5200 + 18.7630X + 1.79792X² (R² = 97.3%)

Agfa M2 = 41.9042 + 15.6955X + 1.49374X² (R² = 99.1%)

Insight = 48.6496 + 18.3244X + 1.74650X² (R² = 98.9%)

2. 필름 감광도

Base and fog density 상방의 방사선사진 흑화도 1.0을 발생시키는 선량의 역수를 감광도로 설정하고 각 필름간의 감광도를 비교하였을 때 Insight 필름의 감광도는 ISO 기준 44.3으로 E군에 속하였고 가장 높은 감광도를 보였으며 Kodak E-speed, Dentus M2, Ultraspeed 필름 순으로 높은 감광도를 나타내었다 (Table 4, Fig. 4).

Table 4. Base plus fog density, Log K_s, and Speed

Film	Ultraspeed	E-speed	Agfa M2	Insight
Base plus fog density	0.185	0.193	0.228	0.212
Log K _s	-4.3495	-4.6282	-4.6127	-4.6467
Speed	22.4	42.5	41.0	44.3

Log K_s : the corresponding log kerma, 1.0 above base plus fog density
Speed : S = 1/(K_s × 10²)

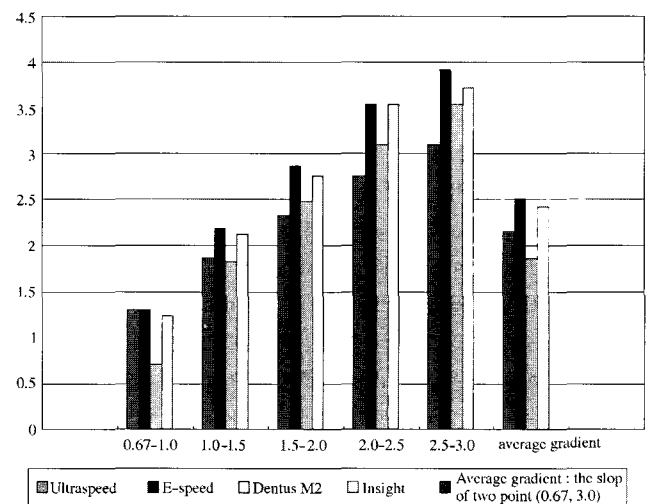


Fig. 3. Histograms of film contrast.

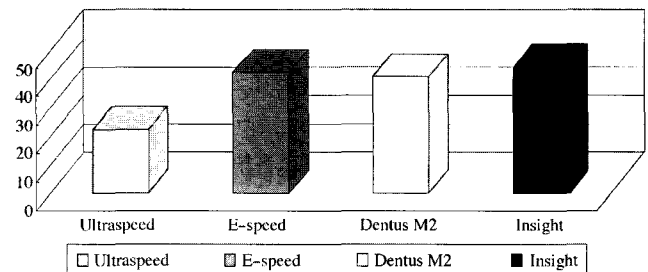


Fig. 4. Film speed of Ultraspeed, E-speed, Dentus M2 and Insight film (manual processing)

3. Base plus fog density

X선을 노출하지 않고 현상된 필름을 대상으로 방사선사

진 흑화도를 측정된 base plus fog density는 Dentus M2, Insight 필름 순이었다(Table 4).

고 찰

약 1919년부터 현대적 개념의 구내필름들이 사용되기 시작하여 1970년대, 1980년대 초까지 감광도 D군 필름이 주로 사용되었으며 1981년부터 감광도가 향상된 E군 필름이 사용되기 시작하였다.^{4,8,24} 일부 연구결과에 의하면, E군 필름 대조도가 D군에 비해 낮고^{6,7,10,16} 현상액 상태에 따라 영향을 받으며, 심지어 높은 흑화도 범위에서는 D군 필름보다도 더 낮은 감광도를 보인다고 보고되었다.⁶ 이러한 이유로 실제 임상에서 치과사의 선호도를 조사했을 때 Ektaspeed 필름 사용빈도가 Ultraspeed 필름에 비해 적은 경향이 존재하였다.^{14,15} 1994년에 출시된 Ektaspeed Plus 필름은 감광유제 내에 T-Mat 필름에 사용되는 편평한 형태의 할로겐화는 결정 (tabular crystal grain)들을 사용하였으며 이 결정들은 필름 면에 평행하게 배열되어 방사선에 대해 더 많은 횡단면을 제공할 수 있기 때문에 대조도는 향상되고 현상 상태에 대해서는 민감하지 않게 된다고 보고되었다.^{6,25} Ektaspeed plus의 해상력은 Ektaspeed 필름과 유사하며 감광도는 Ultraspeed 필름에 비해 두배의 감광도를 보이고 유효 흑화도 범위내에서의 대조도는 Ultraspeed 필름과 유사하다는 연구결과들이 발표되었다.^{6,24}

따라서 Ektaspeed Plus 필름은 Ultraspeed 필름의 높은 대조도와 Ektaspeed 필름의 높은 감광도의 특성을 보완한 제품으로서 선호되었다.^{5,6,26} 최근에 코닥사는 Insight 필름을 선보였는데 Ektaspeed와 Ektaspeed plus 필름에 비해 향상된 필름 감광도, 그리고 만족할만한 필름 대조도 등을 보인다고 하였으며 본 연구에서는 이러한 Insight 필름의 특성들을 특성곡선에 의거하여 조사해보고자 하였다. Agfa사 제품의 Dentus M2 필름을 사용한 이유는 Kodak사 제품과 같은 E군 필름이라 하더라도 제조회사에 따라 필름특성들이 차이가 날 것이라고 예상되었기 때문이다. 실험 결과 필름대조도는 Kodak E-speed, Insight 필름의 순으로 높았으며 1.0 미만의 저 흑화도 범위에서는 D군 필름 대조도가 높게 나타났다.

구내필름의 대조도는 조직의 미세한 변화를 관찰하는데 매우 중요한 사항이 되는데 방사선사진 흑화도의 단계에 따라 그 의미가 달라질 수 있다. Ludlow 등¹⁷의 필름대조도에 대한 연구에서 Ektaspeed Plus 필름을 Ektaspeed 필름과 비교한 결과 유효 흑화도 상방 2/3 범위에서 대조도가 우수하다고 하였다. 이는 치근관, 치주인대강, 골수강 등이 인접한 치근이나 골소주 등의 방사선불투과성 물질들과 방사선사진 대조도 차이가 나타난다는 것을 의미하며 특성곡선 하방의 저흑화도부위에서 Ektaspeed Plus와 Ektaspeed 필름의 기울기가 유사하다는 점은 범람질 초기 병소 탐지능

차이가 크지 않다는 점을 암시한다. 이러한 점은 흑화도 범위에 따라 대조도가 상이하게 표현되어 각 필름의 진단 효율성이 달라질 수 있다는 점을 의미하며 본 실험에서 Insight 필름의 대조도는 방사선사진흑화도 모든 단계에서 E-speed film 다음으로 대체적으로 높은 필름대조도를 보여 주고 있다. 앞으로 Insight 필름을 대상으로 치아우식증, 치주질환 등의 진단능 평가실험을 하여 전반적인 필름의 질을 평가하는 연구도 흥미가 있으리라고 생각한다.

필름 감광도는 표준 흑화도를 갖는 방사선사진을 만들어 내는 데에 필요한 조사량을 말하며^{1,2} 통상적으로 특성곡선 상에서 base plus fog density 상방의 방사선사진 흑화도 1.0을 발생시키는 선량을 기준으로 하게 된다.²³ 그러나 필름감광도를 설정시 ISO기준을 따르는데는 구내필름에서는 여러 가지 한계가 있다는 점이 제시되었었다. 즉 필름 특성곡선 (HD곡선, Hurter and Driffield)은 유효 흑화도범위에서 직선모양을 보이는 증감지용 간접노출필름에는 적합하지만 노출과 흑화도가 보다 직선적 관계를 보이는 직접노출필름에서는 정보를 손실할 우려가 높으며 이러한 HD곡선 (1890년)은 X선이 발견되기 전에 이미 작성된 것으로 가시광선이나 증감지용 필름에 적당한 곡선이라는 것이다.¹⁹ ISO 기준에 의한 필름 감광도 평가 방법에는 여러 가지 논란이 있지만 구내필름의 특성에 대한 많은 연구가 특성곡선을 중심으로 이루어져 왔기 때문에^{10,19,20} 본 연구에서도 ISO 표준을 기준으로 하였다.

그리고, Insight 필름의 감광도군을 설정시 본 실험의 현상방법이 수동현상법이라는 점, 선량측정의 불안정성 및 변환율 등을 고려하였다.

제조회사의 주장에 의하면 Insight 필름을 roller 자동현상기로 현상하면 감광도 F군을, 다른 형태의 자동현상기나 수동현상기로 현상하면 E군의 감광도를 보인다고 하였으며 따라서 본 실험의 Insight 필름은 E군의 감광도를 나타내리라고 예상되었다. 실험 결과 필름 스피드 44.3으로 감광도 E군을 나타냈으며 타 필름들보다 높은 감광도를 보여 환자의 방사선조사량을 감소시키는데 기여할 것으로 생각된다.

필름 특성곡선 작성시 횡축 방사선량 단위는 ISO 5799 기준에 의하면 Gy를 사용한다.²³ 본 실험에서 사용한 선량 측정기인 FH 40G (ESM Eberline Instruments)는 μSv 으로 측정되기 때문에 Gy로 변환시킬 필요성이 있었다. 이렇게 하는 이유는 air kerma개념이 적용되기 때문이었으며 이때 각 방사선 촬영 기계의 반가층에 따른 변환율을 고려하게 되는데¹⁹ 본 실험에서 반가층이 2.5 mm Aluminium인 Trophy 방사선촬영기계의 변환율은 1.47을 적용시켰다. 그리고 매번 측정된 선량(μSv)은 일정하지 않았는데 이점은 방사선 촬영장치에 공급되는 전압의 불안정성과 관계가 있으리라고 생각된다.¹² 앞으로 필름 감광도군을 설정하는 연구에서는 Gy단위를 지원하는 ion chamber 형식의 선량

측정기, 안정적인 외부전압 등이 구비된 상태에서 선량측정이 이루어지고 다양한 현상법에 따라 필름 감광도 균을 평가하는 것이 바람직하리라고 생각한다.

Base plus fog density는 방사선사진상의 대조도에 영향을 미치며 감광도가 높을수록 그 흑화도가 높아지는 경향이 있다.²⁴ ISO 3665에서는 보관온도 상승 전의 base plus fog density를 C, D군 필름의 경우 0.25, E, F군의 경우 0.35, 보관온도 상승 후의 C, D군의 경우 0.30, E군 및 F군 필름의 경우 0.40 이하가 유지되는 것이 바람직하다고 보고하였다.¹⁸ 이러한 base plus fog density는 현상액의 종류, 수현상 혹은 자동현상 등의 현상방법, 흑화도계 사용법 등에 의해 다소 영향을 받을 수 있으며 Sewerin²⁷은 base plus fog density의 수치가 낮을수록 바람직하나 0.6 정도의 높은 수치를 보여도 필름진단 능력에 큰 영향을 끼치지 않는다고 보고한 바 있다. 본 실험의 Insight 필름의 base plus fog density는 0.21로 ISO 3665 기준조건을 만족하였다.

한편 현상 조건에 의해서 base plus fog density 뿐만 아니라 대조도, 감광도 등이 영향을 받을 수 있기 때문에 본 실험에서는 항상 신선한 용액으로 4가지 필름을 현상하여, 되도록 현상조건에 의한 실험의 부정확성을 방지하고자 하였다. Ludlow 등¹⁷은 현상액의 상태가 방사선 사진 상에 미치는 영향에 대해 연구한 결과 Ektaspeed Plus 필름은 신선한 현상액 혹은 오염된 현상액에서 변화가 적은 반면 Ultraspeed와 Ektaspeed는 일정기간 사용하여 변질된 현상액에서는 낮은 대조도를 보였다고 했으며 Kaffe 등²⁸의 연구에서도 필름과 현상액의 조합에 의해 감광도에 차이가 있을 수 있다는 점을 보고하였다. Hashimoto 등²⁹은 수동현상법에 비해 자동현상법에서는 현상온도나 시간의 증가에 따라 약간의 film fog 변화만이 관찰되며 Ektaspeed는 Ultra-speed에 비해 이러한 변화에 대해 보다 민감하였다고 보고한 바 있다.

향후 현상액의 종류와 상태에 따른 Insight 필름 방사선 사진상의 특성 변화에 대한 다양한 연구를 하는 것도 의의가 있을 것이다. 본 실험에서 D군 필름의 대조도가 낮게 나타난 것은 이러한 현상액의 종류 혹은 현상방법과 관계가 있을 것으로 예상되므로 이에 대한 보완연구도 필요하리라고 생각한다. 최근에 출시된 Kodak Insight 치과필름은 본 연구에서 높은 대조도와 감광도를 보여 대체적으로 우수한 필름특성을 보였다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. 대한구강악안면방사선학교수협의회. 구강악안면방사선학. 제3판. 서울: 나래문화사; 2001. p.
2. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology; principles and interpretation. 4th ed. St. Louis: The C.V. Mosby Co.; 1999. p.
3. Frommer HH, Jain RK. A comparative clinical study of group D and E dental film. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987; 63: 738-42.

4. Thunthy KH, Weinberg R. Sensitometric comparison of dental films of groups D and E. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982; 54: 250-2.
5. Price C. Sensitometric evaluation of a new E-speed dental radiographic film. Dentomaxillofac Radiol 1995; 24: 30-6.
6. Thunthy KH, Weinberg R. Sensitometric comparison of Kodak Ektaspeed Plus, Ektaspeed, and Ultra-speed dental films. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995; 79: 114-6.
7. Silha RE. The new Kodak Ektaspeed dental x-ray film. Dent Radiogr Photogr 1981; 54: 32-5.
8. Frykholm A. Kodak Ektaspeed-a new dental x-ray film. Dentomaxillofac Radiol 1983; 12: 47-9.
9. Kaffe I, Littner MM, Kuspet ME. Densitometric evaluation of intraoral x-ray films: Ektaspeed versus Ultraspeed. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984; 57: 338-42.
10. Havukainen R, Servomaa A, Phil L. Characteristic curves of dental x-ray film. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1986; 62: 107-9.
11. Svenson B, Lindvall AM, Grondahl HG. A comparison of a new dental x-ray film, Agfa Gavaert Dentus M4, with Kodak Ektaspeed and Ultraspeed dental X-ray films. Dentomaxillofac Radiol 1993; 22: 7-12.
12. Fletcher JC. A comparison of Ektaspeed and Ultraspeed films using manual and automatic processing solutions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987; 63: 94-102.
13. Okano T, Huang HJ, Nakamura T. Diagnostic accuracy on detection of proximal enamel lesions in nonscreen radiographic performance. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1985; 59: 543-7.
14. Nakfoor CA, Brooks SL. Compliance of Michigan dentists with radiographic safety recommendations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992; 73: 510-3.
15. Hintze H. Radiographic screening examination: frequency, equipment, and film in general dental practice in Denmark. Scand J Dent Res 1993; 101: 52-6.
16. Tamburus JR, Lavadror MAS. Radiographic contrast. A comparative study of three dental x-ray films. Dentomaxillofac Radiol 1997; 26: 201-5.
17. Ludlow JB, Platin E. Densitometric comparisons of Ultra-speed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus intraoral films for two processing conditions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995; 79: 105-13.
18. International Organization for Standardization. Photography-intraoral dental radiographic film-specifications; ISO 3665-1976 (E). ISO, 1976.
19. Price C, McDonnell D. Effects of niobium filtration and constant potential on the sensitometric responses of dental radiographic film. Dentomaxillofac Radiol 1991; 20: 11-6.
20. Price C. A method of determining the sensitometric properties of non-screen X-ray films. Br J Radiol 1973; 46: 719-23.
21. Price C. Sensitometric evaluation of a new F-speed dental radiographic film. Dentomaxillofac Radiol 2001; 30: 29-34.
22. 윤숙자. 자동 및 수동현상에 따른 Insight 필름과 Ektaspeed plus 필름의 흑화도 비교. 대한구강악안면방사선학회지 2001; 31: 17-22.
23. International Organization for Standardization. ISO 5799-1991 (E). International standard for photography-direct exposing medical and dental radiographic film (processing systems. Determination of ISO speed and ISO average gradient. 2nd ed. Geneva: ISO; 1991.
24. Kaffe I, Littner MM, Kuspet ME. Densitometric evaluation of three x-ray film with five different developing solutions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984; 57: 207-11.
25. Conover GL, Hildebolt CF, Anthony D. A comparison of six intra-

Kodak Insight 치과필름의 특성에 관한 연구

- oral x-ray films. Dentomaxillofac Radiol 1995; 24 : 169-72.
26. Conover GL, Hildebolt CF, Anthony D. Objective and subjective evaluations of Kodak Ektaspeed plus dental x-ray film. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995; 79 : 246-50.
27. Sewerin IP. Base and fog densities of fresh Ektaspeed plus dental x-ray films. Acta Odontol Scand 1997; 55 : 79-83.
28. Kaffe I, Gratt BM. E-speed dental films processed with rapid chemistry: A comparison with D-speed film. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987; 64 : 367-72.
29. Hashimoto K, Thunthy KH, Weinberg R. Automatic processing: Effects of temperature and time changes on sensitometric properties of Ultraspeed and Ektaspeed films. Oral Surg 1991; 71 : 120-4.