

자동 및 수동현상에 따른 Insight 필름과 Ektaspeed Plus 필름의 흑화도 비교

전남대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
윤 숙 자

A comparison of density of Insight and Ektaspeed plus dental x-ray films using automatic and manual processing

Suk-Ja Yoon

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

ABSTRACT

Purpose : To compare the film density of Insight dental X-ray film (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA) with that of Ektaspeed Plus film (Eastman Kodak) under manual and automatic processing conditions.

Materials and Methods : Insight and Ektaspeed Plus films were exposed at three different exposure conditions with an aluminum step wedge on the films under the three different exposure times. The exposed films were processed by both manual and automatic ways. The Base plus fog density and the optical density made by exposing step wedge were calculated using a digital densitometer (model 07-443, Victoreen Inc, Cleveland, Ohio, USA). The optical densities of the Insight and Ektaspeed film versus thickness of alumimun wedge at the same exposure time were plotted on the graphs. Statistical analyses were applied for comparing the optical densities of the two films.

Results : The film density of both Insight films and Ektaspeed Plus films under automatic processing condition was significantly higher over the manual processing. The film density of Insight films was significantly higher than that of Ektaspeed Plus films on both automatic and manual processing conditions.

Conclusion : The radiation exposure time can be reduced when using Insight over Ektaspeed Plus film. To take the full advantage of reducing exposure time, Insight film should be processed automatically. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2001; 31 : 17-22)

KEY WORDS : radiography, dental, X-ray film, processing

서 론

병소의 진단을 위해서는 임상 검사와 함께 방사선사진 검사가 필수적이다. 최근에는 디지털 방사선 사진술이 계속 발전하고 있어 해상력이 필름에 유사한 수준으로까지 향상되었으나 여전히 필름을 사용한 방사선사진 검사가 널리 사용되고 있다.¹⁻⁵

방사선사진 검사시 가능한 낮은 노출량으로 적절한 사

진상을 얻는 것이 환자와 술자의 보호를 위해 바람직하다 (ALARA).⁶ 방사선 노출량을 낮추기 위해서는 감광도가 높은 필름을 사용하는 것이 좋은데, 감광도를 높였을 때 방사선 노출 시간을 줄일 수 있고, 노출 시간의 감소로 환자의 움직임에 의한 상질의 저하를 줄일 수 있어 재촬영의 위험성이 감소한다는 장점이 있다.⁷ 감광도가 높아졌을 때의 단점은 감광유제내의 할로겐화은입자의 크기와 모양이 커지기 때문에 상의 질이 저하될 수 있다는 것이다.^{8,9} 따라서 감광도가 높은 필름을 제작할 때 방사선사진상의 질이 손상되어서는 안된다는 점을 유의해야 할 것이다.

지금까지는 치과에서 사용할 수 있는 필름의 감광도는 D군과 E군으로 제한되었었다. Kodak 회사 (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA)는 감광도 D군인 Ultraspeed 필름을 출시한 후 E군인 Ektaspeed 필름, 그리고 Ektaspeed Plus

* 본 연구는 2000년도 전남대학교병원 임상연구비 지원에 의해 이루어짐
접수일: 2000년 11월 6일 채택일: 2000년 12월 8일
Correspondence to : Dr. Suk-Ja Yoon
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry,
Chonnam National University Dongku, Hak 1 dong 8, Kwangju, 501-190
Tel) 062-220-5429, Fax) 062-228-2924
e-mail) yoonfr@hanmail.net

필름을 차례로 출시하였다. 감광도가 Ultraspeed의 두 배인 Ektaspeed 필름은 대조도, 해상력, 베이스+포그 농도에 있어서 Ultraspeed와 비슷하였으며,¹⁰ 객관적 비교에서 치아 우식증, 치주질환, 치근단 질환에 대한 진단 정보와 근관치료시에 Ultraspeed와 마찬가지로 적합하다고 평가되었지만, 주관적인 비교에서는 대조도가 Ultraspeed에 비해 더 낮았다.¹¹⁻¹³ 이러한 단점을 보완하여 Ultraspeed의 높은 대조도와 Ektaspeed의 높은 감광도를 조합한 제품이 Ektaspeed Plus이다.¹⁴

2000년, Ektaspeed Plus의 뒤를 이어 현상상태에 따라 감광도를 E부터 F까지 나타낼 수 있는 Insight 필름(Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA)이 출시되었다. Insight 필름은 자동현상 상태에서는 F군에 해당하는 감광도를 나타내며 수동현상 및 반자동현상 상태에서는 E군에 해당한다고 한다. 이에 현상법에 따른 Insight 필름의 흑화도를 Ektaspeed Plus와 비교하고자 본 연구를 시행하였다.

재료 및 방법

1. 방사선촬영 장비

구내방사선촬영 장비로 Oralix DC (Gendex Co., Milano, Italy)를 사용하였다. 노출조건은 60 kV, 7 mA, 총 여과 2 mm 알루미늄 등가치로 하였다. 초점-필름간 거리를 약 40 cm으로 고정하여 모든 필름을 동일한 위치에서 촬영할 수 있는 장치를 만들었다. Oralix DC는 촬영시간 범위가 0.01 초로부터 2초까지 24단계로 나뉘어 있다. 본 연구에서 사용한 촬영시간은 0.25, 0.32, 0.40초 세 가지였다.

2. 필름과 알루미늄 스텝웨이

Ektaspeed Plus 필름과 Insight 필름은 유효기간이 12개월 이상 남은 필름을 사용하였다. 1 mm 간격으로 21 mm까지의 단계가 있으며, 각 단계간 거리 5 mm인 알루미늄 스텝웨이를 사용하여 방사선사진을 촬영하였다. 스텝웨이를 한 장의 필름에 다 촬영할 수 없기 때문에 3부분씩 나누어 촬영하였다. 각 스텝에 대해서 필름 유형별로 6장의 필름(3장은 자동현상기에 현상, 3장은 수동현상)을 촬영하여 총 108장의 필름을 노출하였다(스텝웨이 3부분×필름 유형 2가지×6장 필름×3가지 촬영시간). 방사선원으로부터 각 필름이 약 40 cm 거리, 일정한 위치에 놓이도록 제작한 기구 위에 필름을 놓고 그 위에 스텝웨이를 올리고 촬영하였다.^{15,16} 스텝웨이의 전후방 1/3 부분 촬영 시에는 스텝웨이의 들뜨는 것을 방지하기 위해 필름 한 장으로 촬영 부위 반대편을 지지하도록 하였다.

3. 자동현상과 수동현상

자동현상기는 Pro 200 (영한무역, 서울, 한국)을 사용하였

으며, 롤러를 물로 청소하고 자동현상액 Kodak Realdymatic (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA)을 새로 교환한 후 54장의 필름을 동시에 현상하였다. 현상 온도는 30°C (85°F)로 유지하였다. 필름 한 장에 대한 총 현상 시간은 4.5분이었다. 약간의 온도 변화를 고려하여 동일 조건으로 노출한 두 가지 유형의 필름 3장씩을 동시에 현상하여 현상조건이 같도록 하였다.

수동현상액 Kodak GBX (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA)를 제조회사의 지시에 따라 혼합하고 현상 온도는 20°C (68°F)로 유지하였다. 동일 조건에서 노출한 두 가지 유형의 필름 3장씩을 암실에서 동시에 수동으로 현상하였다.

4. 흑화도 측정과 베이스+포그 흑화도 결정

흑화도계 (model 07-443 digital densitometer, Victoreen Inc, Cleveland, Ohio, USA)를 이용하여 스텝웨이 각 부분에 해당하는 흑화도를 측정하고, 노출시간, 스텝웨이의 단계, 필름 유형, 현상조건이 동일한 3부분에 대한 흑화도의 평균치를 구하였다. 또한 0단계 흑화도는 1단계 바로 전방 부위의 흑화도를 측정하여 결정하였다.

두 유형의 노출하지 않은 필름을 3장씩 두 가지 현상법으로 현상하여 흑화도계로 필름의 중앙부위와 가장자리 네 부위의 흑화도를 측정하고 평균하여 베이스+포그 흑화도를 결정하였다.

5. 통계 분석

현상법에 따른 Insight와 Ektaspeed Plus 필름의 흑화도 곡선을 그래프로 그렸다. 알루미늄 스텝간 interaction 유무를 ANOVA로 결정하였고, 스텝에 따른 통계적 유의한 차이가 있는지는 Mann-Whitney U test를 사용하여 분석하였다.

결 과

각 필름에 대해 알루미늄 스텝웨이의 단계에 따른 필름의 흑화도를 그래프로 그리고, 유효흑화도 범위인 0.6-3.0¹⁷에 해당하는 단계만을 통계적으로 비교하기 위해 사용하였다.

먼저 Insight 필름을 현상법에 따라 비교하였다. ANOVA에 의한 통계분석에서 알루미늄 스텝웨이 단계별로 유의한 interaction이 있었으므로, 스텝웨이 단계에 따라 흑화도의 유의한 차이가 있는지 여부를 Mann-Whitney U test로 비교하였다. Insight 필름은 자동현상을 했을 때가 수동현상 시보다 모든 스텝웨이 단계에서 통계적으로 유의한 차이를 가지면서 흑화도가 더 높았으며 ($p < 0.05$), 0단계로 갈수록 비교하는 흑화도간 차이가 크고, 단계가 커질수록 그 차이는 작아졌다 (Fig. 1).

위와 동일한 방법으로 Ektaspeed Plus 필름을 현상법에

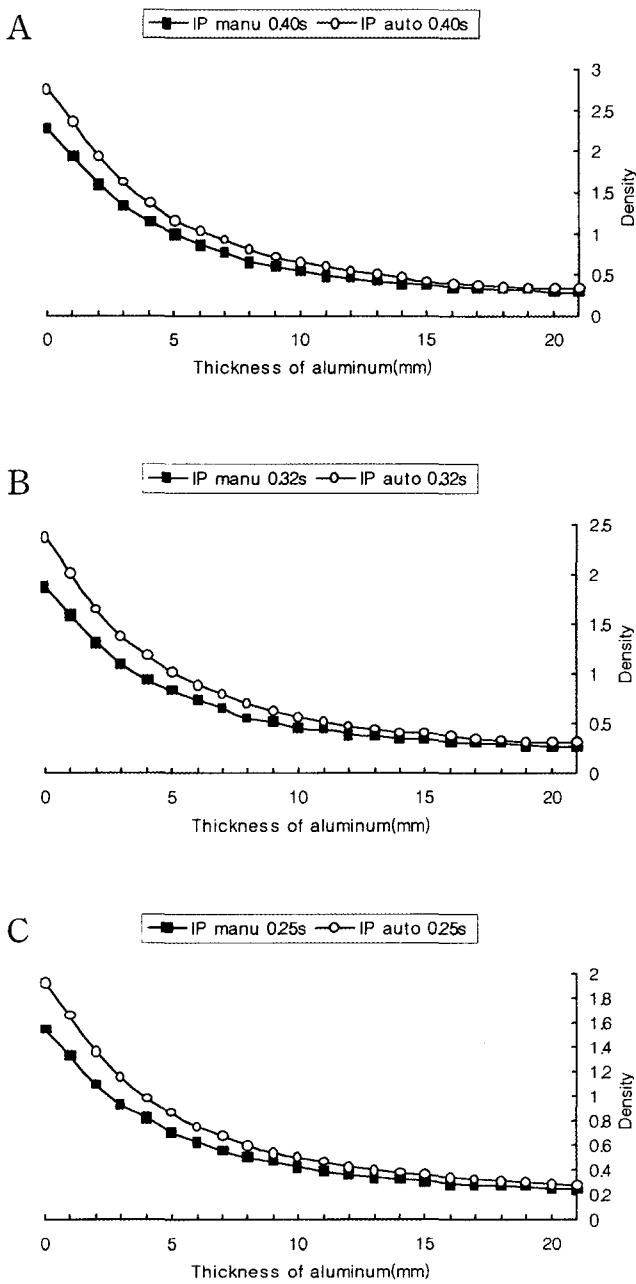


Fig. 1. Graphs demonstrating density of the aluminum stepwedge image on Insight films (IP) exposed at 3 different exposure conditions, and processed manually and automatically.

따라 통계적으로 비교하였다. Ektaspeed Plus 필름 역시 Mann-Whitney U test에 의해 자동현상 했을 때가 수동현상 시보다 모든 단계에서 통계적으로 유의한 차이를 보이면서 흑화도가 높게 나타났다($p < 0.05$) (Fig. 2).

Insight 필름을 자동현상 했을 때와 Ektaspeed Plus 필름을 자동 및 수동현상 했을 때를 마찬가지로 방법으로 통계적으로 비교하였다. Insight 필름은 Ektaspeed Plus 필름보다 모든 단계에서 통계적으로 유의한 차이를 보이면서 흑화

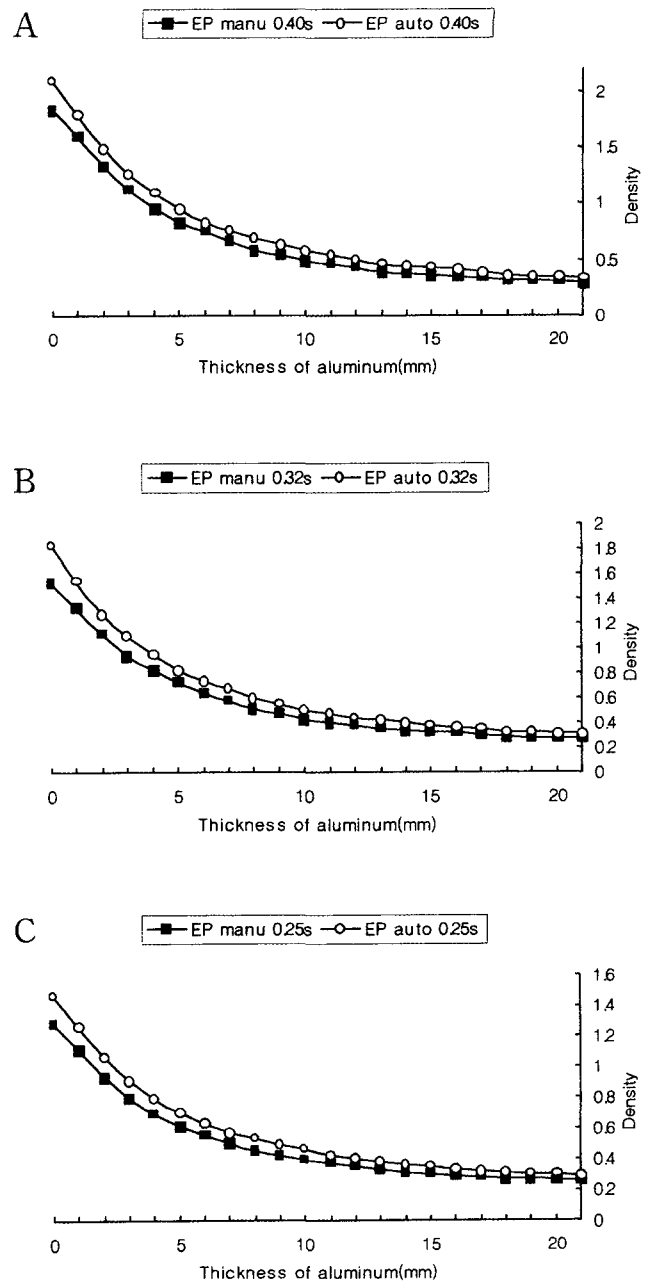


Fig. 2. Graphs demonstrating density of the aluminum stepwedge image on Ektaspeed Plus films (EP) exposed at 3 different exposure conditions, and processed manually and automatically.

Table 1. Base + fog densities of Ektaspeed Plus films (EP) and Insight films (IP) following both automatic and manual processing conditions

Film	Processing	Mean Base + Fog (sd)
EP	Automatic	0.24 (0.006)
	Manual	0.20 (0.005)
IP	Automatic	0.19 (0.004)
	Manual	0.18 (0)

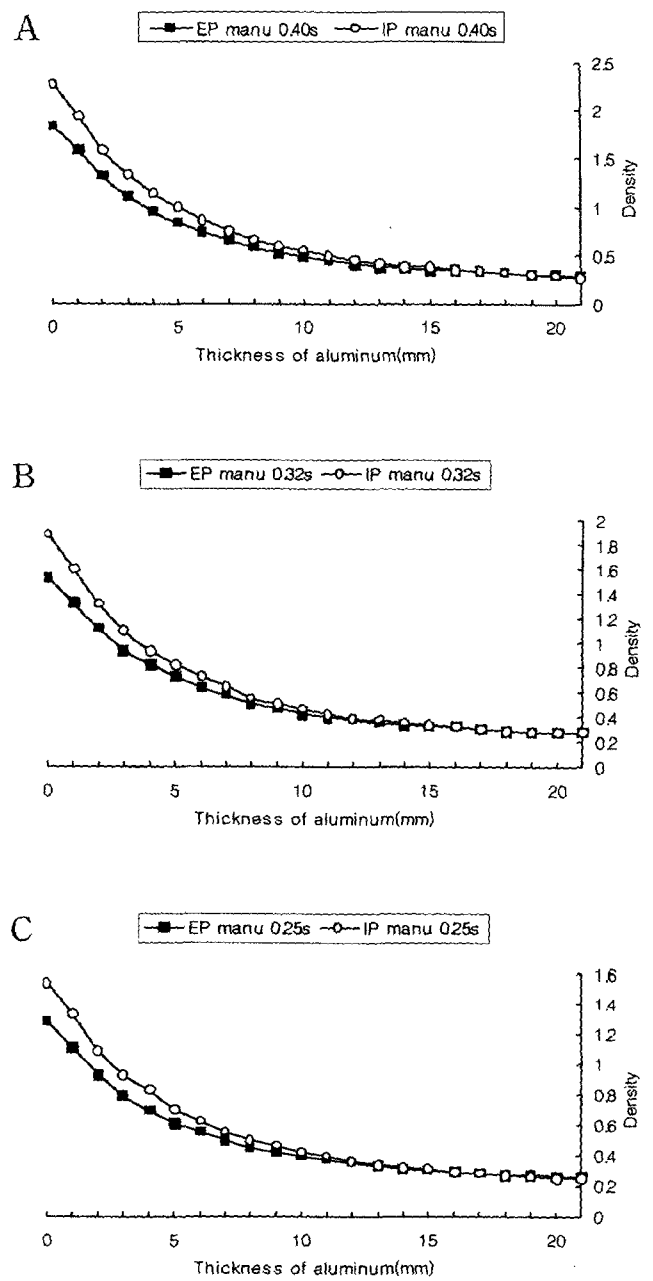
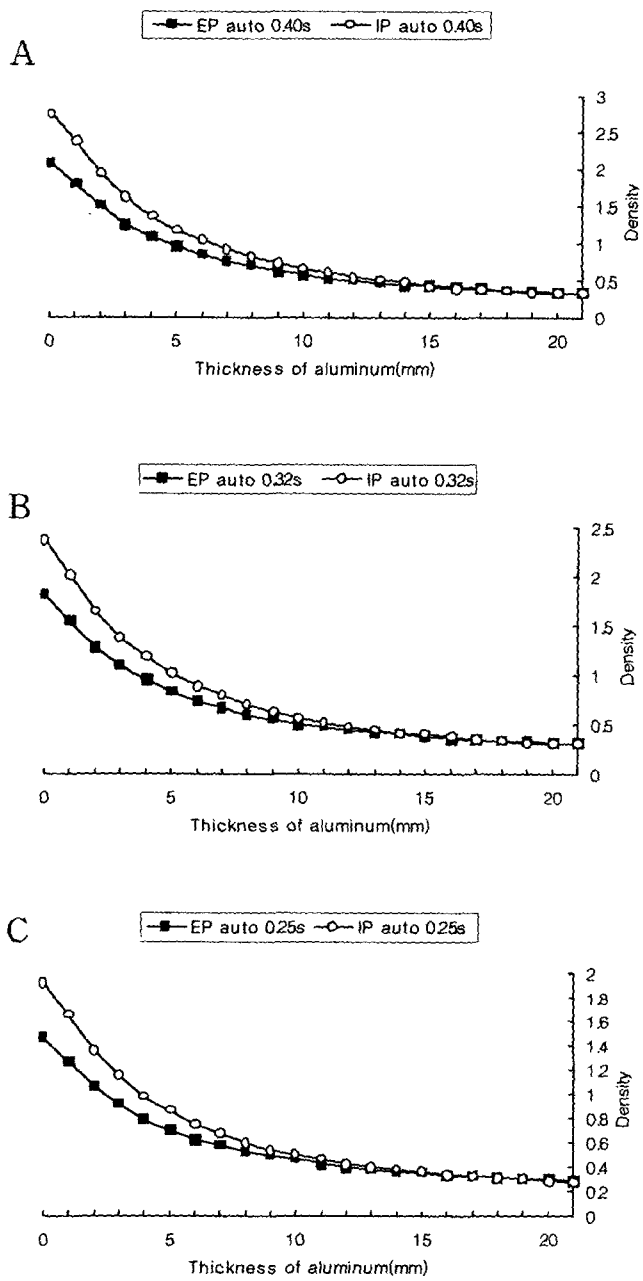


Fig. 3. Graphs demonstrating density of the aluminum stepwedge image on Ektaspeed Plus film (EP) and Insight film (IP) exposed at 3 different exposure conditions, and processed auto-matically.

Fig. 4. Graphs demonstrating density of the aluminum stepwedge image on Ektaspeed Plus film (EP) and Insight film (IP) exposed at 3 different exposure conditions, and processed manually.

도가 높게 나타났다 ($p < 0.05$) (Figs. 3, 4).

평균 베이스+포그 흑화도는 현상방법에 상관없이 Ektaspeed Plus 필름이 Insight 필름보다 더 높았으며, 두 가지 필름 유형 모두에서 자동현상 했을 때가 수동현상시보다 더 높았다 (Table 1).

고 찰

고감도 필름은 흑화도 1.0을 얻기 위해 상대적으로 적은

노출량이 필요하고 저감광도 필름은 같은 흑화도를 얻기 위해 많은 노출량을 필요로 한다. 방사선 조사량을 낮추기 위해서는 높은 감광도를 갖는 필름을 사용하는 것이 효과적이다.¹⁰

방사선사진의 질은 흑화도, 대조도, 관용도, 선예도, 해상력 등으로 평가할 수 있다. 방사선사진 흑화도는 방사선사진의 어두워진 정도를 말한다. 방사선사진이 가장 높은 진단적 가치를 갖는 흑화도 범위는 0.6-3.0이다. 방사선사진 대조도는 진단 가치가 있는 흑화도 범위 내에서 필름의

특성곡선의 경사도로써 측정할 수 있다. 높은 대조도의 필름은 낮은 대조도 필름 보다 물체 대조도의 작은 차이를 더욱 명확하게 보여준다. 방사선사진 관용도는 방사선 사진상의 구별 가능한 흑화도로 기록할 수 있는 대조도의 범위를 가르킨다. 넓은 관용도를 가진 필름일수록 물체 대조도의 범위가 넓은 물체를 기록 할 수 있고, 상대적으로 낮은 대조도를 보인다.¹⁷ 해상력에 크게 영향을 미치는 요소로는 입자성 (granularity)과 양자반점 (quantum mottle)이 있다. 감광도가 높을수록 감광유체내의 입자는 더욱 거칠고 크기 때문에 해상력에 한계가 있다. 또한 감광도가 높은 필름은 노출량이 낮아지는데, 노출 시간이 감소되면 광자의 수가 감소되기 때문에 그 분포가 불균일하게 되어 반점에 의해 상의 질이 저하된다.⁹

Ultraspeed 필름 (감광도 D군)과 Ektaspeed (감광도 E군)를 비교한 여러 선행들은 Ektaspeed는 Ultraspeed에 비해 2배의 감광도를 가지고 있어서 방사선 노출량을 절반으로 낮출 수 있는 장점이 있으면서, 질적인 면에서는 큰 차이가 없으므로 Ektaspeed를 사용할 것을 권장하였다.^{10,18-21} Kantor 등은 D군 필름과 E군 필름이 치주질환, 근관치료, 보존치료시에 유사한 진단 효율성을 보인다고 하였다.¹³ 그러나 다른 연구 결과에 따르면, Ektaspeed는 대조도가 Ultraspeed 보다 낮고 현상액 상태에 따라 영향을 받으며,^{9,22-25} 심지어는 높은 흑화도 범위에서는 Ultraspeed 보다도 더 낮은 감광도를 보였다고 한다.¹⁴ Gratt 등에 의한 진단 능력에 대한 주관적 평가에 있어서 33가지 비교 항목 중 24가지가 Ultraspeed에서 더 우수하였고 단 1가지 항목에서만 Ektaspeed가 더 우수하여, 진단 능력에 대해서는 Ultraspeed가 Ektaspeed를 능가한다는 결론이 얻어졌다.¹² Ektaspeed가 Ultraspeed 보다 감광도에 있어서 개선되었으나 질적인 면에서 개선되지 않았기 때문에, 실제 임상에서 미국 치과의사의 선호도를 조사 했을 때도 Ektaspeed가 Ultraspeed에 비해 훨씬 낮게 나타났다.²⁶

최근까지 가장 많이 사용되는 필름은 Ultraspeed와 Ektaspeed Plus (감광도 E군)이다. Ektaspeed Plus는 Ultraspeed에 비해 노출량이 절반이며 적절한 대조도와 해상력을 나타내므로 더 선호되어왔다.²⁷ Ektaspeed Plus 필름은 감광유체내에 T-Mat 필름 (Eastman Kodak)에 사용되는 tabular crystal grain 을 사용하였다. 이 tabular crystal grain은 필름면에 평행으로 배열되어 방사선에 대해 더 많은 횡단면을 제공할 수 있다.²⁸ Tabular crystal grain을 사용함으로써 대조도는 향상되고 현상 상태에 대해서는 민감하지 않다.²⁷ Ektaspeed Plus의 해상력은 Ultraspeed 필름 보다 낮거나 같고 Ektaspeed와 유사하다. Ektaspeed Plus는 Ultraspeed에 비해 두 배의 감광도를 보이며 유효 흑화도 범위 내에서의 대조도는 Ultraspeed와 유사하며, 높은 흑화도 범위에서는 Ektaspeed 보다 훨씬 우수하다. 이러한 이유로 상 질에 대한 주관적인 평가에서는 Ektaspeed Plus가 Ektaspeed 보

다 더 우수하며, 객관적으로는 Ultraspeed와 유사하다. 따라서 Ektaspeed Plus는 Ultraspeed의 높은 대조도와 Ektaspeed의 높은 감광도의 특성을 상호 보완한 제품으로서 Ultraspeed와 Ektaspeed 보다 더욱 선호되었다.^{19,14,23,29}

Ludlow와 Platin의 연구에 의하면, 현상액의 상태가 방사선 사진상에 미치는 영향이 필름에 따라 다르다. Ektaspeed Plus 필름은 신선한 현상액에서나 사용한 현상액에서나 가장 변화가 적었다. 반면 Ultraspeed와 Ektaspeed는 신선한 현상액에서 보다 사용한 현상액에서는 낮은 대조도를 보였다.²⁴ Farman과 Farman의 연구에 의하면 필름과 현상액의 조합에 의해 감광도에 차이가 있을 수 있다.³⁰ 향후 현상액의 종류와 상태에 따른 Insight 필름 방사선사진 상의 특성변화에 대한 연구가 있어야 한다고 생각된다.

본 연구에서는 Insight 필름과 Ektaspeed Plus 필름 모두에서 동일 물체에 대한 방사선 조사시 수동현상시보다 자동현상 했을 때가 더 높은 흑화도를 보였다. 또한 Insight 필름이 Ektaspeed Plus 필름보다 흑화도가 더 높았다. 결국 자동현상시에는 수동현상시보다 노출을 줄일 수 있고, Insight 필름을 사용했을 때 Ektaspeed Plus 필름보다 노출을 줄일 수 있다.

베이스+포그는 인접면 치아우식증의 진단에 있어서 0.60 까지 허용되며,³¹ 추천되는 베이스+포그의 한계는 0.25이다.³² 베이스+포그에 대한 많은 연구에서 Ektaspeed Plus 필름, Ektaspeed 필름 (자동현상시 평균 0.21, 수동현상시 평균 0.22), Ultraspeed 필름 (자동 및 수동현상시 평균 0.19) 순으로 높았다. 본 연구 결과와 비교했을 때, Insight 필름의 베이스+포그 (자동현상시 0.19, 수동현상시 0.18)는 Ultraspeed 필름에서와 유사하였다.^{14,24,25,29,33}

이와 같은 연구 결과를 통해서 볼 때, Insight 필름은 Ektaspeed Plus 필름에 비해 노출을 감소시킬 수 있으므로, 환자와 술자의 방사선 노출을 줄이기 위해 Ektaspeed Plus를 대신하여 Insight 필름을 사용하는 것이 좋다고 생각된다. 또한 Insight 필름의 노출시간 감소의 효과를 얻기 위해서는 수동현상법 보다는 자동현상법이 더 좋다.

향후 Insight 필름의 흑화도 외의 대조도, 관용도, 선예도, 해상력 등에 대한 객관적 평가와 진단 능력에 대한 주관적 평가가 이루어져야 하겠다.

참 고 문 헌

1. Kassebaum DK, McDavid WD, Dove B, Waggenger RG. Spatial resolution requirements for digitizing dental radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 67: 760-9.
2. Benz C, Mouyen F. Evaluation of the new RadioVisioGraphy system image quality. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72: 627-31.
3. Hayakawa Y, Farman AG, Eraso FE, Kuroyanagi K. Low-cost teleradiology for dentistry. *Quintessence Int* 1996; 27: 175-8.
4. Farman AG, Scarfe WC, Schick DB, Rumack PM. Computed dental radiography: Evaluation of a new charge-coupled device-based in-

- traoral radiographic system. *Quintessence Int* 1995; 26: 399-404.
5. Farman AG, Farman TT. RVG-ui: A sensor to rival direct-exposure intra-oral x-ray film. *Int J Comput Dent* 1999; 2: 183-96.
 6. White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology; principles and interpretation*. 4th ed. St. Louis: Mosby Inc; 2000. p. 48.
 7. Council on dental materials and devices. Radiation hygiene and practice in dentistry III. *J Am Dent Assoc* 1968; 76: 115-6.
 8. Domon M, Yoshino N. Factors involved in the high radiographic sensitivity of E-speed films. *Oral Surg* 1990; 69: 123.
 9. Price C. Sensitometric evaluation of a new E-speed dental radiographic film. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24: 30-6.
 10. 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.
 11. Gratt BM, White SC, Halse A. Clinical recommendations for the use of D-speed film, E-speed film, and xeroradiography. *J Am Dent Assoc* 1988; 117: 609-14.
 12. Gratt BM, White SC, Sickles EA. A subjective study of dental diagnostic utility comparing xeroradiography and film radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68: 653-60.
 13. Kantor ML, Zeichner SJ, Valachovic RW, Reiskin AB. Efficacy of dental radiographic practices: options for image receptors, examination selection, and patient selection[Review]. *J Am Dent Assoc* 1998; 119: 259-68.
 14. Thunthy KH, Weinberg R. Sensitometric comparison of Kodak Ektaspeed Plus, Ektaspeed, and Ultraspeed Dental Films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod* 1995; 79: 114-6.
 15. 한미라, 강병철. 치과에서 사용되는 필름 현상액에 대한 품질 평가 연구. *대한구강악안면방사선학회지* 1999; 29: 299-308.
 16. Manson-Hing LR, Bloxom RM. A stepwedge quality assurance test for machine and processor in dental radiography. *J Am Dent Assoc* 1985; 110: 910-3.
 17. White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology; principles and interpretation*. 4th ed. St. Louis: Mosby Inc; 2000. p. 75, 77, 79, 81.
 18. 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.
 19. Havukainen R, Servomaa A. Characteristic curves of dental x-ray film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986; 62: 107-9.
 20. 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.
 21. 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.
 22. Tamburus JR, Lavrador MAS. Radiographic contrast. A comparative study of three dental x-ray films. *Dentomaxillofac Radio* 1997; 26: 201-5.
 23. Conover GL, Hildebolt CF, Anthony D. Objective and subjective evaluations of Kodak Ektaspeed Plus dental X-ray film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod* 1995; 79: 246-50.
 24. Ludlow JB, Platin E. Densitometric comparisons of Ultraspeed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus intraoral films for two processing conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod* 1995; 79: 105-13.
 25. Hashimoto K, Thunthy KH, Weinberg R. Automatic processing: Effects of temperature and time changes on sensitometric properties of Ultraspeed and Ektaspeed films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 71: 120-4.
 26. 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.
 27. Conover GL, Hildebolt CF, Anthony D. A comparison of six intraoral X-ray films. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24: 169-72.
 28. White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology; principles and interpretation*. 4th ed. St. Louis: Mosby Inc; 2000. p. 68-70, 78.
 29. Horner K, Rushton VE, Shearer AC. A laboratory evaluation of Ektaspeed Plus dental x-ray film. *J Dent* 1995; 23: 359-63.
 30. Farman TT, Farman AG. Evaluation of a new F speed dental X-ray film. The effect of processing solutions and a comparison with D and E speed films. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29: 41-5.
 31. Svenson B, Lindvall A-M, Gröndahl H-G. A comparison of a new dental x-ray film, Agfa Gevaert Dentus M4, with Kodak Ektaspeed and Ultraspeed dental x-ray films. *Dentomaxillofac Radiol* 1993; 22: 7-12.
 32. Katte I, Littner MM, Tamse A, Kuspet ME. Densitometric evaluation of three x-ray films with five different developing solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 57: 207-11.
 33. Petersson A, Lindh C, Nilsson M. Is E-speed dental film more sensitive to storage than D-speed dental film? *Swed Dent J* 1987; 11: 159-62.