

치과에서 사용되는 필름 현상액에 대한 품질 평가 연구

한미라 · 강병철

전남대학교 치과대학 구강악안면방사선학 교실

Quality Assessment of Film Processing Chemicals in Dentistry

Mi-Ra Han, Byung-Cheol Kang

Department of Oral and Maxillofacial Radiology Chonnam National University

Purpose: The purpose of this study was to compare the qualities of the four different processing chemicals(solutions).

Materials and Methods: With EP 21 films(Ektaspeed plus film, Kodak Co., USA), nine unexposed and nine exposed films of a step wedge were processed utilizing automatic film processor(XR 24, Durr Co., Germany) for 5 days. During 5 days, the total number of processed films including out-patient's intraoral films were about 400-500 for each brand.

Base plus fog density, film density, contrast of processed films were measured with densitometer(model 07-443 digital densitometer, Victoreen Co., USA). These measurements were analyzed for comparison.

Results: The results were as follows.

1. For the base plus fog density, there was significant difference among the four chemicals ($p < 0.05$). The sequence of the base plus fog densities was in ascending order by Kodak, X-dol 90, Agfa and Konica.
2. For the film density, all chemicals showed useful range of photographic densities(0.25-2.5). The sequence of the film densities was in ascending order by Kodak, X-dol 90, Konica and Agfa. But there was no statistically significant difference of film density between X-dol and Kodak ($p < 0.05$).
3. The sequence of the contrasts was in ascending order by Konica, X-dol 90, Kodak and Agfa. But there was no statistically significant difference of contrast between X-dol and Konica ($p < 0.05$).

Conclusion: These results indicated that the four processing chemicals had clinically useful film density and contrast, but only Kodak processing chemical had useful base plus fog density. (*J Korean Oral Maxillofac Radiol 1999;29:297-306*)

Key words : base plus fog density, film density, contrast.

I. 서론

질병이나 해부학적 구조물을 적절히 평가하기 위해서는 양질의 방사선 사진이 요구된다.¹⁾ 방사선사진 촬영시 환자의 방사선 피폭량을 줄이면서 양질의 방사선사진을 얻기 위해 여러 연구들이 있었다.^{2,11)} 방사선사진 품질(quality)에 영

향을 주는 요인들로는 촬영각도, 관전압, 관전류, 여과, 촬영거리, 필름감광도, 필름의 입자, 노출 시간, 그리고 현상과정 등이 있다.¹²⁾ 감광도가 높은 필름을 이용하고,^{2,5)} 촬영시 관전압을 증가시킴으로써 환자의 방사선 피폭을 줄이고,^{6,7)} 현상과 관련된 요소들을 조절하여 양질의 방사선 사진을 얻을 수 있다.^{13,14)}

자동 현상기에 의한 현상은 수동현상에 비해 포그가 적고, 흑화도가 균일하다.^{15,16)} 그러나 농도가 높은 급속 현상액을 사용하고 고온에서 현상하므로 일반적으로 포그가 증가한다.¹⁷⁾

똑같은 필름이라도 현상액의 종류에 따라 필름 흑화도, 대조도, 포그, 감광도가 달라질 수 있으므로 양질의 방사선 사진을 얻기 위해서는 필름과 현상액이 적절히 조합되어야 한다.^{11,12,15,16)} 특히 대조도가 높으면서 Base plus fog 흑화도(방사선에 노출 안된 필름을 현상한 후의 흑화도)가 낮아야 양질의 방사선 사진이 된다.¹⁴⁾ 현상액을 사용한 시일이 경과함에 따라 Base plus fog 흑화도, 필름 흑화도, 정착액의 pH 등은 증가하며, 피사체 대조도, 현상액의 pH는 감소되는데, 그 원인은 현상주약의 산화 때문이다.¹⁸⁾ 현상액의 변질은 현상한 필름 수, 흑화도, 현상액의 산화 속도, 오염도, 현상시 생긴 부산물의 축적 등에 의해 영향받는다.¹⁹⁾ 그래서 적절한 현상액의 활성을 유지하기 위해서는 짧은 시간 사용 후 버려야 한다.²⁰⁾ 현상액의 종류에 따라서도 필름상이 달라질 수 있다.^{15,16)}

그러나 국내에서 시판되는 Kodak, Agfa, Konica, X-dol 90 현상액들을 가장 많이 이용하는 Kodak 구내필름(Ektaspeed plus film)으로 현상할 때의 품질 비교 평가는 이루어지지 않고 있다.

이에 저자는 일반적으로 이용되는 Kodak EP 21P 구내필름을 Kodak, Agfa, Konica, X-dol 90으로 현상하고, 현상된 필름의 Base plus fog 흑화도, 필름 흑화도, 대조도를 측정하여 각 현상액들의 품질을 비교 평가하기 위해 연구를 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료 및 방사선 촬영

실험에 사용한 현상액은 국내에서 구할 수 있고 유효기간이 지나지 않은 Agfa(Agfa-Gevaert Co., Belgium), Konica(Konica Co., Japan),

X-dol 90(Poohung Co., Korea), Kodak Readymatic(Kodak Co., USA)의 4종류였다. 각각의 현상액을 제조업자의 권고대로 혼합하였다.

모든 필름은 보충액 장치가 없는 자동 현상기(XR 24, Dürr Co., Germany)에 4종류 현상액을 이용하여 각각 5일간 현상하였다. 현상온도는 28°C로 일정하게 유지되고, 현상시간은 4분 30초였다. 매주 월요일마다 현상기 롤러를 물로 청소하고, 현상액 교체 후 날마다 Cleaner film(Kodak Co., USA)으로 청소하였다. 현상기 전원을 켜 후 30분간 예비 가동시키고 8시 30분, 12시, 18시에 실험 필름을 각각 현상하였고, 19시에 현상기 전원을 껐다.

필름은 유효기간이 지나지 않은 동일한 감광유제 번호의 No. 2 성인용 구내 EP 21P(Kodak Co., USA) 필름을 사용하였다. 날마다 8시 30분, 12시, 18시에 3장씩 방사선에 노출시키지 않은 필름과 알루미늄 스텝웨지(Aluminium step wedge)를 사용하여 방사선 촬영을 한 필름을 3장씩 하루 3회 18장씩 현상하여 한 현상액당 5일간 90장, 총 360장의 필름을 현상하였다.

방사선 촬영은 GX 770(Gendex Co., Italy) 방사선 촬영기를 이용하여 70 kVp, 7 mA, 28 impulse, 총 여과는 2.5 mm 알루미늄 등가치, 초점-필름간 거리는 약 40 cm로 촬영하였다.

피사체 대조도를 측정하기 위한 피사체(test object)는 10 계단으로 구성되고, 계단간의 높이가 2 mm, 폭이 4 mm인 알루미늄 스텝웨지를 사용하였고, 크기는 구내표준 필름보다 약간 작았다.

실험용 필름 외에 환자들의 구내 방사선 필름도 같이 현상하였다. 실험 필름 90장씩을 포함하여 5일간 Konica는 537장, Agfa는 472장, X-dol 90은 492장, Kodak은 576장의 실험 및 환자의 구내 필름을 현상하였다.

2. Base plus fog 흑화도, 필름 흑화도의 측정

필름 흑화도는 흑화도 측정기(model 07-443 digital densitometer, Victoreen Co., USA)를 이용하여 측정하였다.

현상기 전원을 넣고 30분간 예비 가동 후 Cleaner film(Kodak., USA)을 사용하여, 롤러를 깨끗이 하였다. 그리고 8시 30분, 12시, 18시에 방사선 촬영을 하지 않은 필름을 각각 3장씩 하루 3회 9장의 필름을 자동 현상기로 현상하고, 각 필름당 임의로 7군대를 흑화도 측정기로 측정하여 그것들의 평균값을 구하였다. 3장의 평균치, 1일 평균치를 구하였다.

필름 흑화도는 하루 3번 3장씩의 필름에 알루미늄 스텝웨지를 놓고 초점 필름간 거리는 약 40 cm로 GX 770(Gendex Co., Italy)방사선 촬영기를 이용하여 70 kVp, 7 mA, 28 impulse로 촬영하고 자동현상기로 현상하였다. 흑화도 측정기로 흑화도를 측정하고, 필름 3장의 흑화도 평균값, 1일치 평균을 구하였다.

대조도 측정은 알루미늄 스텝웨지의 높이 2 mm와 20 mm의 흑화도를 흑화도 측정기로 측정하여 그 차이를 구하였다.

3. 통계처리

계측된 Base plus fog 흑화도, 필름 흑화도, 대조도에 대하여 SAS program을 이용하여 계측 항목에 대해 평균값 및 표준편차를 구했으며, 각 제품 종류별, 시간경과에 따라 Base plus fog 흑

화도, 필름 흑화도, 대조도의 차이의 비교 분석은 ANOVA(Analysis of variance)에서 Duncan 다중 비교 검증을 하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. Base plus fog 흑화도에 관한 실험

실험 결과, 현상액 종류별로 Base plus fog 흑화도는 첫날부터 5일까지 모두 차이를 보였다($p < 0.05$) (Table 1, Figure 1). 각 현상액의 Base plus fog 흑화도는 5일 동안 차이가 없었으나, 각 날짜별로는 Kodak, X-dol, Agfa, Konica 순으로 낮았다($p < 0.05$) (Table 2). 1일째는 Konica와 Agfa 사이의 Base plus fog 흑화도는 서로 차이가 없었으나, 나머지 제품들보다는 Base plus fog 흑화도가 높았다($p < 0.05$). 2일부터 5일동안 Base plus fog 흑화도는 Kodak, X-dol, Agfa, Konica 순으로 낮았다($p < 0.05$).

2. 필름 흑화도에 관한 실험

필름 흑화도는 4가지 현상액 모두가 일반적인 방사선 사진에서 진단정보를 얻을 수 있는 유용한 필름의 흑화도 범위(0.25 - 2.5)의 흑화도를 보여 주었다(Table 3, Fig 2).

필름 흑화도는 Kodak, X-dol, Konica, Agfa 순으로 낮았고, X-dol과 Kodak의 필름 흑화도는 서로 차이가 없었으나, 나머지 제품에 비해서 필

Table 1. The mean base plus fog densities of unexposed EP 21 films developed in the four different developing solutions for 5 days

Developer Day	Konica	Agfa	X-dol 90	Kodak
1st day	0.438±0.031	0.425±0.021	0.320±0.010	0.230±0.010
2nd day	0.442±0.025	0.398±0.011	0.314±0.055	0.235±0.005
3rd day	0.476±0.079	0.393±0.018	0.296±0.011	0.227±0.004
4th day	0.436±0.030	0.377±0.011	0.325±0.079	0.233±0.002
5th day	0.440±0.028	0.376±0.014	0.293±0.013	0.232±0.005
Total	0.446±0.039	0.394±0.015	0.309±0.033	0.231±0.005

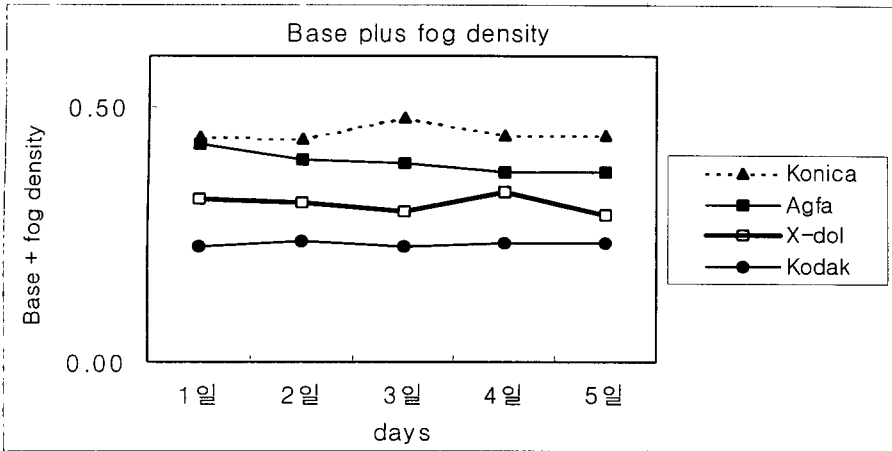


Fig 1. Histogram shows mean base plus fog densities of unexposed EP 21 films developed in the four different developing solutions for 5 days

Table 2. Duncan's Multiple Range Test for the variable of base plus fog density

Developer \ Day	1	2	3	4	5	Total
Konica	A	A	A	A	A	A
Agfa	A	B	B	B	B	B
X-dol 90	B	C	C	C	C	C
Kodak	C	D	D	D	D	D

* The same letter is not significantly different.

Table 3. The mean film densities of exposed EP 21 films developed in the four different developing solutions for 5 days

Day \ Developer	Konica	Agfa	X-dol 90	Kodak
1st day	1.649±0.083	1.841±0.080	1.586±0.049	1.487±0.091
2nd day	1.614±0.041	1.850±0.051	1.583±0.081	1.566±0.047
3rd day	1.682±0.117	1.869±0.150	1.546±0.052	1.589±0.055
4th day	1.688±0.081	1.798±0.082	1.253±0.425	1.596±0.024
5th day	1.678±0.045	1.901±0.126	1.614±0.548	1.601±0.063
Total	1.662±0.073	1.851±0.098	1.516±0.233	1.568±0.056

를 흑화도가 낮았다($p < 0.05$).

날짜별로 제품들의 차이를 분석한 결과, 1일째는 필름 흑화도가 Konica(1.65)와 X-dol(1.59) 사이에서는 차이가 없었으나, Konica,

X-dol에 비해 Agfa는 더 높고, Kodak은 더 낮은 필름 흑화도를 보였다($p < 0.05$)(Table 4). 2일째는 Agfa는 다른 제품들에 비해 필름 흑화도가 높았으며, 나머지 제품간의 필름 흑화도는 유의한

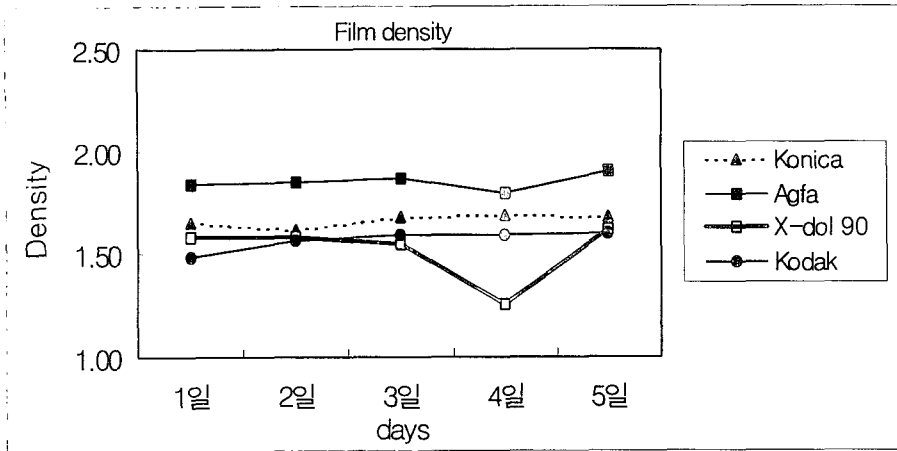


Fig 2. Histogram shows mean film densities of the exposed EP 21 films developed in the four different developing solutions for 5 days

Table 4. Duncan's Multiple Range Test for the variable of film density

Developer \ Day	1	2	3	4	5	Total
Konica	B	B	B	A	AB	B
Agfa	A	A	A	A	A	A
X-dol 90	B	B	C	B	B	C
Kodak	C	B	BC	A	B	C

* The same letter is not significantly different.

차이가 없었다($p < 0.05$). 3일째는 Konica와 Kodak, X-dol과 Kodak에서는 필름 흑화도 차이가 없었고, 4일째는 X-dol이 다른 제품들에 비해 필름 흑화도가 더 낮았다($p < 0.05$). 5일째는 모든 제품에서 필름 흑화도의 차이가 없었다($p > 0.05$).

제품별로 시간의 경과에 따른 차이를 분석한 결과, Konica와 Agfa에서는 필름 흑화도가 5일 동안 차이를 보이지 않았고, X-dol은 1일부터 4일까지는 필름 흑화도 차이가 없었으나, 5일에는 흑화도가 높았고, Kodak은 1일에 비해 2일부터 5일까지의 필름 흑화도가 더 높았다($p < 0.05$) (Table 5).

3. 대조도 (subject contrast)에 관한 실험

대조도는 Konica, X-dol, Kodak, Agfa 순으로 낮았으며, X-dol과 Konica의 대조도는 서로 통계적으로 차이가 없었다($p > 0.05$) (Fig 3, Table 6).

날짜별로 제품들의 차이를 분석한 결과, 1일째는 Agfa가 다른 제품들에 비해 대조도가 높았고, 2일째는 Konica가 Agfa보다 대조도가 더 낮았으나, 다른 제품들 사이에서 대조도는 서로 차이가 없었다($p < 0.05$) (Table 7). 3일째는 Konica가 Kodak보다 대조도가 낮았고, X-dol보다 대조도가 높았으며 다른 제품들은 대조도의 차이가 없었다($p < 0.05$). 4일째는 Kodak과 Konica, Kodak과 Agfa에서만 대조도 차이가 없었고, 5일째는 Agfa가 Konica와 X-dol보다 대조

Table 5. Duncan's Multiple Range Test for the variable of film density

Developer \ Day	Konica	Agfa	X-dol 90	Kodak
1	A	A	B	B
2	A	A	B	A
3	A	A	B	A
4	A	A	B	A
5	A	A	A	A

* The same letter is not significantly different.

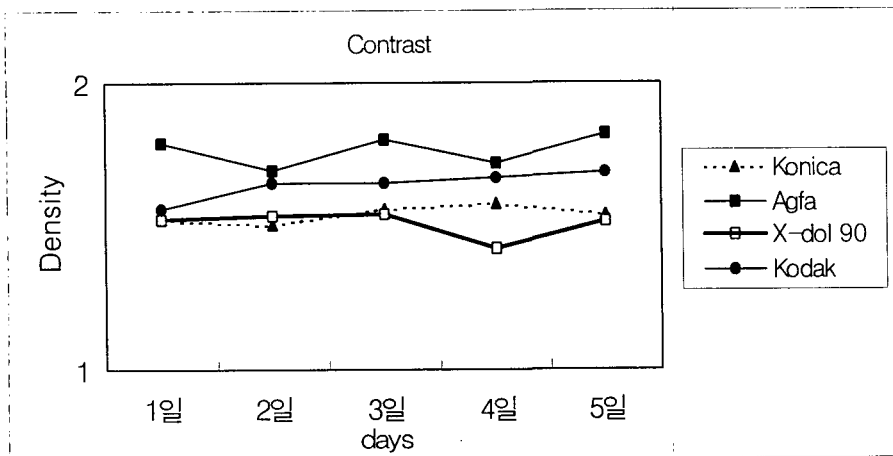


Fig 3. Histogram shows mean subject contrasts of exposed EP 21 films developed in the four different developing solutions for 5 days

Table 6. The mean subject contrasts of the exposed EP 21 films developed in the four different developing solutions for 5 days

Developer \ Day	Konica	Agfa	X-dol 90	Kodak
1st day	1.524±0.085	1.792±0.094	1.521±0.046	1.562±0.079
2nd day	1.500±0.048	1.697±0.306	1.538±0.041	1.649±0.069
3rd day	1.563±0.117	1.801±0.132	1.542±0.047	1.647±0.047
4th day	1.577±0.088	1.719±0.072	1.423±0.153	1.667±0.032
5th day	1.543±0.040	1.821±0.108	1.517±0.362	1.690±0.138
Total	1.541±0.076	1.766±0.142	1.508±0.130	1.643±0.073

도가 높은것을 제외하고는 나머지 제품들 사이에서 대조도는 서로 차이가 없었다 ($p < 0.05$).

제품별로 시간의 경과에 따른 대조도 차이를 분석한 결과, Konica, Agfa, X-dol은 5일 동안

대조도 차이가 없었고, Kodak은 1일에 비해 2일, 4일, 5일에서 대조도가 높았다 ($p < 0.05$) (Table 8).

Table 7. Duncan's Multiple Range Test for the variable of subject contrast

Developer \ Day	Konica	Agfa	X-dol 90	Kodak
1	A	A	B	B
2	A	A	B	AB
3	A	A	B	AB
4	A	A	B	A
5	A	A	B	A

* The same letter is not significantly different.

Table 8. Duncan's Multiple Range Test for the variable of subject contrast

Developer \ Day	1	2	3	4	5	Total
Konica	B	B	BC	B	B	C
Agfa	A	A	A	A	A	A
X-dol 90	B	AB	C	C	B	C
Kodak	B	AB	B	AB	AB	B

* The same letter is not significantly different.

IV. 고찰

방사선 영상의 진단학적 정확성은 필름에 나타난 진단정보를 얼마나 잘 보여줄 수 있는가에 달려있다.²¹⁾ 때문에 이에 대한 진단학적 가치를 증진시키고자 많은 연구가 있었고, 노출 시간과 현상과정이 방사선적 지표를 결정하는 주요 요인이 되었다.^{4,8-10,12)} 만일 노출 시간이 이 일정하다면 최상의 방사선사진 흑화도를 내기 위해서는 필름 현상과 관련된 요소들을 조절해야 할 것이다.^{12,13,22)} 방사선 필름의 현상이 일정하지 않을 경우 방사선 사진은 진단에 부적절해지고, 재촬영을 하게 됨으로 환자에게 불필요한 노출을 시키게 된다. 필름 현상기의 품질 평가는 필름 감광도, 필름에 생긴 인공산물, Base plus fog 흑화도, 대조도, 현상액 온도, 현상시간 등을 포함한다.²³⁾ 현상액 온도와 현상시간은 일차적으로 현상액의 화학적 조성과의 현상 조건에 의해 결정된

다.²⁴⁻²⁷⁾ 그래서 자동 현상기를 사용함으로써 현상 과정에 영향을 주는 요소들을 조절하고, 이와 함께 신속성과 편리함을 얻게 되었다.²⁸⁻³¹⁾

촬영된 방사선 사진은 흑화도, 대조도, 선명도 등 여러 가지 특성에 의해 평가된다.³²⁾ 흑화도는 방사선에 노출된 필름의 전반적인 어둠의 정도를 말하며, 대조도는 필름의 여러 부위에 존재하는 흑화도의 차이, 선명도는 피사체의 상을 뚜렷하게 보이게 하는 필름의 능력을 말한다.^{5,32)} 이러한 필름의 흑화도, 대조도, Base plus fog 흑화도, 선명도 등은 여러 연구자들에 의해 관찰되었거나,^{3,33)} 흑화도 측정기를 이용하여 비교 연구되었다.^{25,34)}

본 실험에서도 현상된 필름의 Base plus fog 흑화도, 필름 흑화도, 대조도를 측정하여 현상액의 품질을 비교 평가하였다. 필름의 fog 흑화도의 증가 원인은 빛에 의한 누출, 부적절한 안전등, 고온 다습한 곳에서의 필름 보관, 현상액에 의한 정착액 오염, 현상액의 오염, 높은 현상온도, 현

상시간 초과, 현상액의 노화, 고감도 필름을 사용한 경우이며 이로 인해 필름 대조도가 감소한다.³⁵⁾ 그래서, 필름의 fog 흑화도는 적당한 필름 현상과 보관에 의해 감소될 수 있다.³²⁾ 각 필름 당 임의의 여섯 부위에서 흑화도를 측정하여 이의 평균을 Base plus fog 흑화도로 정하였으며,³⁵⁾ 이를 대표값으로 설정하였다. 임상적으로 최대 허용 가능한 Base plus fog 흑화도는 0.25인데, 높은 fog 흑화도는 base 흑화도 또는 현상 용액의 화학반응 때문이며,¹⁵⁾ 이는 포그 방지제의 역할을 하는 브롬화칼륨의 양이 적음을 의미한다.²¹⁾ 현상온도 변화에 따른 fog 흑화도량은 경미하다.²⁵⁾ 본 실험에서는 현상액 종류에 따라 Base plus fog 흑화도가 다르게 나타났는데, Kodak을 제외하고 나머지 제품들에선 최대 허용 Base plus fog 흑화도인 0.25를 초과하였다. 대조도는 정상이면서 Base plus fog 흑화도가 높은 이유는 빛에 의한 누출, 부적절한 안전등, 부적절한 필름 보관, 현상액에 의해 오염된 정착액, 현상액의 오염, 높은 현상 온도 때문이다.³⁵⁾ 이를 상세히 살펴보면, 첫째, 현상제에 정착제가 1-2방울 정도 유입되는 경우 이로 인해 Base plus fog 흑화도가 높아진다. 둘째, 필름은 보통 5℃ 상태에서 보관하여야 하며 여름철(미 냉장 상태)에 방치하면, 유제면의 손상으로 fog 흑화도가 증가하게 되는데 특히 Kodak 필름이 온도 변화에 민감하다. 셋째, 현상기 안의 현상제가 온도 상승으로 인해 급격히 산화, 분해되는 현상인데 이로 인해 현상능력이 떨어지면서 fog 흑화도가 증가한다. 넷째, 현상기 안의 현상제 및 정착제가 현상 온도가 변하고 보충액이 없이 처리되는 경우 약품의 피로도가 증가하여, 현상 처리능력이 저하되고, 이로 인해 fog 흑화도가 높아지게 된다. 특히 X-dol과 Konica는 33-35℃의 현상액 온도에서 23-25초 동안 현상, 정착, 수세, 건조되어 나오게끔 제조되었는데, 본 실험에서와 같이 28℃에서 4분 30초간 즉 제조업자의 권고보다 저온에서 장시간 현상되는 경우, fog 흑화도가 증가할 수 있다. 반면 Kodak은 28℃에서 3분 15초간

현상하도록 권고하였다. 다섯째, 급속 현상기에서는 온도가 상대적으로 낮을 경우 현상에서 정착으로 넘어가는 순간 현상이 정지하지 못하고, 정착과 현상이 동시에 이루어지기 때문에, fog 흑화도가 증가할 수 있다. 특히 Konica는 현상된 필름에 얼룩이 많이 생겼는데, 그 이유로, 정착액의 조액시 정착제가 분해되는 현상 때문으로 생각된다. 특히 정착액의 조액시 A, B part를 농축 상태에서 혼합하면, 분해 현상이 나타나면서 그 기능을 상실하고, 결과적으로 필름 베이스에 얼룩이 생기게 된다.^{21,36)} 또한 사용된 자동현상기의 현상액 보충이 없을 경우 브롬이온의 완충제가 없게 된다. 이로 인해 현상액에 의해서 필름에서 은이온이 환원됨에 따라 브롬이온이 현상액에 용해되어 브롬이온의 농축도가 증가하면서 포그 생성능력이 떨어지므로 Base plus fog 흑화도가 증가된다.^{26,37)} 필름 현상과 정착과정이 방사선상의 fog 흑화도에 영향을 줄 수 있으며,²²⁾ 동일필름을 다른 현상액에서 현상하면 fog 흑화도에 영향을 주기 때문에,⁷⁾ 바람직한 방사선 상을 얻기 위해서는 필름과 현상용액을 적절히 조합해야 한다.¹⁶⁾ Kodak현상액으로 현상한 Kodak필름의 Base plus fog 흑화도가 낮은 것은 아마도 이 현상액에 Kodak필름이 맞추어 생산된 제품이기 때문이라 생각된다.

필름 흑화도는 방사선에 노출시킨 후 현상한 필름의 검은 정도를 나타내는 것으로 적당한 흑화도의 범주는 1.3-1.7 사이라고 하며, 강한 빛으로 보는 경우에는 흑화도 범주가 3까지 연장될 수 있다고 하나,³⁸⁾ 일반적인 방사선 사진에서는 0.3-2사이의 흑화도가 적절한 범주이며,⁶⁾ 본 실험에서는 4제품 모두 다 임상적으로 유용한 흑화도가 나타났다.

피사체 대조도는 X선에 촬영되는 피사체의 특성으로,³²⁾ 피사체의 두께, 밀도, 화학적 구성 성분과 방사선 에너지, 필름에 도달하는 산란 방사선에 의해 결정된다.³⁸⁾ 본 실험에서 사용된 피사체는 알루미늄으로 제작된 스텝웨지로 알루미늄은 원자번호가 13, 밀도가 2.70 gm/cm³이므로³⁹⁾

상아질과 방사선상의 대조도가 매우 비슷하여 석회화된 치아조직을 나타내는데 사용되는 X선 투과도계(penetrometer)중에서 가장 많이 사용되고 있다.⁴⁰⁾ 실험 결과 대조도는 Konica(1.54), X-dol(1.64), Kodak(1.64), Agfa(1.77) 순으로 낮게 나타났다. 일반적으로 대조도가 높을수록 치아우식증 진단에 더 유용한데,⁴¹⁾ Agfa 용액으로 다른 현상액에 비해 높은 대조도를 얻을 수 있어서 Agfa 현상액이 치아 우식증 진단에는 더 우수할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Goaz PW, White SC. Oral radiology: principles and interpretation. 2nd ed. St. Louis: Mosby - Year Book Inc:1987. p.174-199.
- Barr JH, Garxia DA. X-ray spectra from X-ray generators. Oral Surg 1996;22: 478-488.
- Cho T, Uehara S, Yoshimura A, Yoshinaga H. Dental X-ray spectrometry with an Si(Li) semiconductors. Oral Surg 1978; 45:965-977.
- Ingle JI, Beveridge EE, Olson CE. Rapid processing of endodontic "working" roentgenograms. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1965;19:101-7.
- Kaffe I, Littner MM, Kuspet M. Densitometric evaluation of intraoral x-ray films: ektaspeed versus ultraspeed. Oral Surg 1984;57:338-342.
- Goaz PW, White SC. Oral radiology: principles and interpretation. 2nd ed. St. Louis: Mosby - Year Book Inc:1987. p.97-112.
- Price C. A method of determining the sensitometric properties of emulsions and processing techniques used in dental radiography. Oral Surg 1980;50:94-8.
- Wainwright WW. Filtration for lowest patient dose in dental radiography. Oral Surg 1973;16:561-571.
- Horner K. Quality assurance 1. Reject analysis, operator technique and x-ray set. Dental Update 1992;19:75-80.
- Horner K. Quality assurance 2. The Image receptor, the darkroom and processing. Dental Update 1992;19:120-6.
- Svenson B, Petersson A. Influence of different developing solutions and developing times on radiographic caries diagnosis. Dentomaxillofac Radiol 1990;19: 157-160.
- Pentel L, Human MA. Method of Assaying X-ray Developing Activity. Oral Surg 1967; 24:777-780.
- Bloxom RM, Manson-Hing LR : The accuracy of an x-ray film quality-assurance step-wedge test. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1986;62:449-458.
- Preece JW, Jensen CW. Variations in film exposure, effective kVp, and HVL among thirty-five dental x-ray units. Oral surg 1983;56:655-661.
- Thunthy KH, Manson-Hing LR. Effects of mAs and kVp on resolution and on image contrast. Oral Surg 1978;46:454-461.
- Kaffe I, Littner MM, Tamse A. Densitometric evaluation of quick x-ray developing solutions. Oral Surg 1984; 57:207-211.
- Manson-Hing LR, Monnier PY. Radiographic densitometric evaluation of seven processing solutions. Oral Surg 1975;39: 493-501.
- 정 문성, 정 현대. 현상액의 사용 시일 경과에 따른 필름 특성의 변화. 대한구강악안면 방사선학회지 1992;22(1):129-135.
- Brown CE. Degradation of dental radiographic processing solutions. J Am Dent Assoc 1973;87:1200-5.
- Thunthy KH, Weinberg R. Comparison of films processed in automatic and manual processors. Oral Surg 1980;50: 479-483.
- Akdeniz BG, Lom ali G. Densitometric evaluation of four radiographic processing solutions. Dentomaxillofac Radiol 1998;27: 102-6.
- Manson-Hing LR, Turgut E. Evaluation of

- film processing with concentrated solutions. Oral Surg 1973;36:280-6.
23. Goaz PW, White SC. Oral radiology; principles and interpretation. 2nd ed. St. Louis: Mosby - Year Book Inc:1987. p.54-6.
 24. Geist JR, Gleason MJ. Densitometric properties of rapid manual processing solutions: Abbreviated versus complete rapid processing. J Endod 1995;21:180-4.
 25. Patel JR. Densitometric evaluation of Soludent and GBX developers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1985;59:107-9.
 26. Thunty KH, Hashimoto K, Weinberg R. Automatic Processing: Effects of temperature and time changes on the sensitometric properties of light-sensitive films. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1991;72:112-8.
 27. van de Poel ACM. Processing results with a new dental X-ray monobath. J Am Dent Assoc 1973;87:869-871.
 28. Alcox RW, Jameson WR. Rapid dental x-ray film processor for selected procedures. J Am Dent Assoc 1969;78: 517-9.
 29. Feldman MI, Bozen S. Automatic processing of periapical films. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1968;26:647-650.
 30. Fletcher JC. A comparison of Ektaspeed and Ultraspeed films by using manual and automatic processing solutions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987;63:94-102.
 31. Ludlow JB, Platin E. Densitometric comparison of Ultra-speed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus intraoral films for two processing conditions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1995;79:105-113.
 32. Goaz PW, White SC. Oral radiology; principles and interpretation. 1st ed. St. Louis: Mosby - Year Book Inc:1987. p.106-125.
 33. Stewart JL, Drisko RR. An evaluation of a rapid X-ray film processing solution. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1966; 22:334-7.
 34. Thunthy KH, Weinberg R. Effects of solution depletion on films developed in the Peri-Pro automatic processor. Oral Surg 1984;57:102-5.
 35. Goaz PW, White SC. Oral radiology; principles and interpretation. 2nd ed. St. Louis: Mosby - Year Book Inc:1987. p.142-160.
 36. Reference guide of Poohung processing chemicals, Poohung Photo-chemical Co., 1998.
 37. 박수성, 김진상, 이관세, 이용철, 박경진, 김건중. 진단방사선의 원리. 1st ed. Seoul: 대학서림; 1985. p.196-208.
 38. Stafne EC, Giblisco JA. Oral Roentgenographic Diagnosis; 5th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co; 1985. p. 486-509.
 39. Barr JH, Stephens RG. Dental radiology; pertinent basic concepts and their applications in clinical practice. 5th ed. Philadelphia, London, Toronto: W.B. Saunders Co; 1980. p. 43-65.
 40. Manson-Hing, LR. An investigation of roentgenographic contrast of enamel, dentin and aluminum. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1967;14:1456-1472.
 41. Langlais RP, Langland OE, Nortje CJ. Diagnostic imaging of the jaws. 6th ed. Baltimore: Williams & Wilkins Co; 1995. p.163-180.

Address : Prof. Byung-Cheol Kang, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Chonnam University, Hospital Dongku Hak 1 dong 8, Kwangju, Chonnam, Korea
 TEL : 062-220-5426~5429 FAX : 062-228-2924
 E-mail : bckang@chonnam.chonnam.ac.kr