

# 현상액의 사용 시일 경과에 따른 필름 특성의 변화

전남대학교 치과대학 치과방사선학교실

정문성·정현대

## 목 차

- I. 서 론
- II. 재료 및 방법
- III. 성 적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

## I. 서 론

치과용 구내사진의 현상 시간을 단축시키고, 일정한 필름 상을 얻기 위하여 자동 현상기를 이용해 필름 특성 변화에 대한 많은 연구가 시행되어 왔다.

Ingle등<sup>1)</sup>은 현상액의 온도를 증가시켜 현상한 방사선 사진이 현상 시간을 단축시킬 수 있어 근관치료에 적절함을 보고하였으나, Pestritto등<sup>2)</sup>은 고온에서 현상된 방사선 사진은 진단학적 질이 떨어진다고 보고하였다.

Stewart등<sup>3)</sup>, Alcox등<sup>4)</sup>, Van de Poel<sup>5)</sup>은 급속 현상액을 사용하여 현상시간을 단축하고 양질의 방사선 상을 얻었으나, 급속 현상액이 빨리 변질되고 많은 비용이 필요함을 보고하였으며, Manson-Hing등<sup>6)</sup>은 급속 현상액이 임상적으로 유용한 방사선 상을 나타냈으나, 일상

적인 방법에 비해서 필름 흑화도와 대조도가 감소됨을 보고하였다.

Pentel등<sup>7)</sup>은 임상적으로 진단 가능한 상을 만들지 못하는 중요한 이유중의 하나를 현상액에 두었고, 검사 필름과 표준 필름을 사용하여 현상액의 기능을 검사하였다.

Feldman<sup>8)</sup>은 치과용 필름을 plastic dental film mount에 넣어서 구의 자동 현상기를 이용한 현상법을 보고하였으며, 그후 Alcox등<sup>9)</sup>은 수동 현상이 양질의 방사선 상을 얻을 수 있으나, 많은 시간이 필요하므로, 현상 시간을 단축시키는 방법으로 급속 현상법과 자동 현상기를 소개하였다.

Brown<sup>10)</sup>은 치과용 현상액의 변질에 관해서 연구하였고, Thunthy등<sup>11)</sup>은 자동 현상기에 의한 현상이 수동 현상에 비해 fog 흑화도가 감소되고 일정함을 보고하였으며, Manson-Hing등<sup>12)</sup>, Thunthy등<sup>13)</sup>은 보충액 system이 없는 자동 현상기를 이용하여, 현상액에 따른 필름 특성의 변화를 연구하였다.

Hurburts<sup>14)</sup>는 대부분의 미국 치과대학에서 자동 현상기를 이용하고 있으며, 가장 많이 사용하는 것은 Auveloper이고, 현상액은 한달 평균 2~3회 교환해 주고 있으며 기능에는 대개 만족하고 있음을 보고하였다.

이에 본 실험에서는 보충액 system을 가지고 있지 않으며 한달에 4회 현상액을 교환하는

Auveloper 자동 현상기를 이용하여 현상된 방사선 사진에서 현상액의 사용 시일 경과에 따른 base+fog 흑화도, 필름 흑화도, 피사체 대조도의 변화와 현상액과 정착액의 pH 변화에 관한 결과를 비교 분석하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용된 자동 현상기는 Auveloper (S.S.White U.S.A.)로 보충액 system은 없고 현상온도는 68°F로 일정하게 유지하였으며, Fuji RD-III(fuji Co. Japan) 현상액을 사용하였다.

X-선 촬영장치는 SPACEMAKER-II (S.S. White. Co. U.S.A.)로 70 kVp, 10 mA로 고정된 상태로 촬영하였으며 사용된 필름은 EKTASPEED EP-21(Eastman Kodak Co. U.S.A.)이며 크기는 가로 41 mm, 세로 31 mm인 구내 표준 필름을 이용하였다.

피사체 대조도를 측정하기 위한 피사체는 10 계단으로 된 aluminum step-wedge로 단계간의 높이를 2 mm, 폭은 4 mm로 하였으며, 흑화도는 흑화도 측정기(Victoreen Co. Model 07-424 digital densitometer U.S.A)를 사용 측정하였다.

### 2. 방법

#### (1) base+fog 흑화도

1일부터 6일까지 매일 100매씩, 총 600매의 X-선 촬영을 하지 않은 필름을 자동 현상기로 현상해서, 흑화도 측정기로 측정하여 매일의 평균을 구하였다.

#### (2) 흑화도

1일부터 6일까지 매일 100매씩, 총 600매의 필름을 SPACEMAKER-II을 이용, 5 impulse로 촬영한 후 자동 현상기로 현상해서, 흑화도 측정기로 측정하여 매일의 평균을 구하였다.

#### (3) 피사체 대조도

1일부터 6일까지 매일 100매씩, 총 600매의 필름에 aluminum step-wedge을 넣고 SPACEMAKER-II을 이용 6 impulse로 촬영한 후 자동 현상기로 현상해서, aluminum step-wedge의 높이 4 mm와 18 mm의 흑화도를 흑화도 측정기로 측정하여 그 차이를 구한 후, 매일의 평균을 구하였다.

#### (4) 현상액과 정착액의 pH

1일부터 6일까지 하루 세차례(9시, 13시, 17시)에 걸쳐 약 1.5cc 정도를 피펫으로 채취하여 Digital pH/ION Meter(동부 메디칼 시스템 Model DP-135)을 이용하여 pH 7.0, 9.0, 4.0의 pH 표준용액으로 electrode의 감응성을 조절한 후 현상액과 정착액의 pH를 각각 측정하여 매일의 평균을 구하였다.

## III. 성 적

### 1. base+fog 흑화도

1일부터 6일까지의 base+fog 흑화도의 평균은 0.22, 0.25, 0.26, 0.26, 0.29, 0.32로 증가하였으며(Table 1), 3일째부터는 최대허용 base+fog 흑화도인 0.25를 초과하였으며, 각 날의 평균을 ANOVA 검정과 Scheffe Test를 시행하여 비교 분석한 결과 3일과 4일을 제외한 다른 날들 간에 유의한 차가 있었다(Table 2).

### 2. 필름 흑화도

1일부터 6일까지 필름 흑화도의 평균은 2.05, 2.09, 2.10, 2.11, 2.19, 2.22로 증가하였으며(Table 1), 각 날의 평균을 ANOVA 검정과 Scheffe Test를 시행하여 비교 분석한 결과, 1일과 2일, 1일과 3일, 1일과 4일, 2일과 3일, 2일과 4일, 5일과 6일을 제외한 다른 날들 간에 유의한 차가 있었다(Table 3).

**Table 1.** Mean and S.D. of the base + fog density, film density, subject contrast, the pH of the developing and fixing solution per day.

Day	base + fog density		film density		subject contrast		pH of Dev. solution		pH of Fix. solution	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
	1st	0.22	0.01	2.05	0.12	1.05	0.03	11.24	0.02	3.96
2nd	0.25	0.01	2.09	0.15	1.04	0.04	11.16	0.03	4.14	0.04
3rd	0.26	0.01	2.10	0.09	1.02	0.04	11.11	0.02	4.22	0.01
4th	0.26	0.01	2.11	0.15	0.96	0.04	11.05	0.02	4.26	0.02
5th	0.29	0.01	2.19	0.09	0.95	0.04	10.96	0.02	4.29	0.01
6th	0.32	0.04	2.22	0.21	0.94	0.03	10.91	0.01	4.32	0.02

(S.D. = Standard Deviation, Dev. = Developing, Fix. = Fixing)

**Table 2.** Comparison of base + fog density between days

Day	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
1st	0.22					
2nd	*S	0.25				
3rd	*S	*S	0.26			
4th	*S	*S	NS	0.26		
5th	*S	*S	*S	*S	0.29	
6th	*S	*S	*S	*S	*S	0.32

\*S : Significant ( $P < 0.05$ ) by ANOVA and Scheffe Test

NS : Not-Significant

**Table 3.** Comparison of film density between days

Day	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
1st	2.05					
2nd	NS	2.09				
3rd	NS	NS	2.10			
4th	NS	NS	NS	2.11		
5th	*S	*S	*S	*S	2.19	
6th	*S	*S	*S	*S	NS	2.22

\*S : Significant ( $P < 0.05$ ) by ANOVA and Scheffe Test

NS : Not - Significant

### 3. 피사체 대조도

1일부터 6일까지 피사체 대조도의 평균은 1.05, 1.04, 1.02, 0.96, 0.95, 0.94로 감소하였

으며 (Table 1), 각 날의 평균을 ANOVA 검정과 Scheffe Test를 시행하여 비교 분석한 결과 1일과 2일, 2일과 3일, 4일과 5일, 5일과 6일을 제외한 다른 날들 간에 유의한 차이가 있었다 (Table 4).

4. 현상액과 정착액의 pH

1일부터 6일까지 현상액의 평균 pH는 11.24, 11.16, 11.11, 11.05, 10.96, 10.91로 감소하였으며(Table 1), 각 날의 평균을 ANOVA 검정과 Scheffe Test를 시행하여 비교 분석한 결과 각 날들간에 유의한 차가 있었

다(Table 5).

1일부터 6일까지 정착액의 평균 pH는 3.96, 4.14, 4.22, 4.26, 4.29, 4.32로 증가하였으며(Table 1), 각 날의 평균을 ANOVA 검정과 Scheffe Test를 시행하여 비교 분석한 결과 3일과 4일, 4일과 5일, 5일과 6일을 제외한 각 날들 간에 유의한 차가 있었다(Table 6).

Table 4. Comparison of subject between days

Day	1st	2nd	4rd	4th	5th	6th
1st	1.05					
2nd	NS	1.04				
3rd	*S	NS	1.02			
4th	*S	*S	*S	0.96		
5th	*S	*S	*S	NS	0.95	
6th	*S	*S	*S	*S	NS	0.94

\*S : Significant ( $P < 0.05$ ) by ANOVA and Scheffe Test

NS : Not - Significant

Table 5. Comparison of pH of the developing solution between days.

Day	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
1st	11.24					
2nd	*S	11.16				
3rd	*S	*S	11.11			
4th	*S	*S	*S	11.05		
5th	*S	*S	*S	*S	10.96	
6th	*S	*S	*S	*S	*S	10.91

\*S : Significant ( $P < 0.05$ ) by ANOVA and Scheffe Test

NS : Not - Significant

Table 6. Comparison of pH of the fixing solution between days

Day	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
1st	3.96					
2nd	*S	4.14				
3rd	*S	*S	4.22			
4th	*S	*S	NS	4.26		
5th	*S	*S	*S	NS	4.29	
6th	*S	*S	*S	*S	NS	4.32

\*S : Significant ( $P < 0.05$ ) by ANOVA and Scheffe Test

NS : Not - Significant

#### IV. 총괄 및 고안

자동 현상기의 구조는 4개의 전달 체계로 현상, 정착, 수세 그리고 건조의 단계를 갖으며, 이 전달 체계는 motor에 의해 작동되는 일련의 rollers로 구성되어 있다. 이러한 rollers는 필름을 이동시킬 뿐 아니라, 현상액의 움직임을 유도해서 일정한 현상을 할 수 있게 해주며, 현상액과 정착액 사이에 연결된 rollers는 필름에 묻어 있는 현상액이 정착액에 들어가지 않도록 제거하는 역할을 하는데, 이는 현상 다음에 수세 과정이 없는 자동 현상기에서 볼 수 있는 기능으로 정착액의 중화를 방지한다<sup>15)</sup>.

Alcox등<sup>9)</sup>은 자동 현상기의 문제점으로, 고온으로 emulsion이 상실되고, 필름 base가 변형되어 필름이 끼며, 부드럽고 끈적끈적한 emulsion 때문에 필름의 미끄럼이 생기지만, 장점으로는 현상시간 단축, 많은 양의 현상능력, 취급자가 현상 시간동안 다른 일을 할 수 있고, 일정한 필름상을 얻을 수 있다고 하였다. Goaz등<sup>15)</sup>은 자동 현상기의 장점으로, 시간절약, 암실의 불필요성, 일정한 방사선 상등을 지적하였고, 단점으로는 수동 현상에 비해 좋은 상을 만들기 힘들며, 설치와 유지비가 많이 들고, 만일 고장나면 추가로 암실이 필요하다고 하였다.

Alcox등<sup>9)</sup>은 자동 현상기는 현상액의 기능을 적절히 유지하기 위해 보충액 system이 있어야 한다고 하였으며, 현상 보충액은 계속 사용함에 따라 원액의 화학적 활성이 점차 감소되는 것을 보충하기 위해 사용되며, Br 이온의 fog 흑화도 생성을 억제하기 위해 고 알칼리성을 갖어야 한다고 하였다<sup>16)</sup>.

자동 현상의 경우 필름 처리 매수가 증가함에 따라 현상액과 정착액의 양이 감소하고 활성도가 떨어지게 되므로, 보충과 더불어 활성도를 유지하기 위하여 보충액을 넣어야 하는데, 보충액은 알칼리제와 필름처리 매수의 증가에 따라 비례적으로 높아지는 Br 이온의 완충제를 포함한다<sup>17)</sup>.

Kircos등<sup>18)</sup>은 자동 현상기는 현상 과정 동안 거의 온도 변화가 없고, 보충액 system이 없

는 현상기는 필름의 질을 유지하기가 어렵다고 하였다.

base+fog 흑화도 : 방사선에 노출되지 않은 필름의 흑화도는 base흑화도와 fog흑화도의 두 요소에 의해 구성되는데, base 흑화도는 필름 표면에서 빛의 반사와 감광 유제의 gelatine, plastic base에 의한 소량의 빛 흡수에 의하여, 노출안된 필름이 현상되지 않고 정착만 되는 경우 측정 가능한 흑화도를 말하며, fog 흑화도는 노출안된 emulsion의 필름 현상 과정에 의해 나타나며, 노출안된 필름이 현상되고 정착되는 경우에 base 흑화도보다 증가된 흑화도를 말한다<sup>19)</sup>.

Kaffe<sup>20)</sup>은 최대 허용 base+fog 흑화도를 0.25라 하였는데, 본 실험에서는 3일째부터 0.25를 초과하였다. 일반적인 fog 흑화도의 원인은 부적절한 안전등, 고온에서의 필름보관, 고온에서의 필름현상, 오랜시간의 현상 때문이다<sup>21)</sup>.

본 실험에서 사용된 현상기는 보충액 system이 없어서, 현상액에 의해서 필름으로부터 은이온이 환원됨에 따라 Br이온이 현상액에 용해되어, 현상액 내의 Br 이온의 농축도가 증가하여 fog 흑화도 생성 억제 능력이 떨어지므로, base+fog 흑화도가 증가되는 것으로 생각된다.

필름 흑화도 : 필름 흑화도는 방사선에 노출시킨 후 현상한 필름의 검은 정도를 나타내는 것으로 흑화도 0은 100%의 X-선이 필름을 통과한 것을 의미하고, 흑화도 1은 10%의 X-선, 흑화도 2는 1%의 x-선이 필름을 통과하여 상을 형성하는 것을 의미하며, 일반적인 방사선 사진에서는 0.3-2 정도의 범위가 진단 가능하다<sup>15)</sup>. 본 실험에서는 현상 주약의 산화로 기능이 떨어져 필름 흑화도가 감소하지만 Br 이온의 증가로 base+fog 흑화도가 많이 증가되기 때문에 전반적인 필름 흑화도는 증가를 나타낸 것으로 생각된다.

피사체 대조도 : 방사선상의 필름 각 부분에 있어서 흑화도의 차이를 말하는데, 피사체 대조도는 X-선에 촬영되는 피사체의 특성으로, 피사체의 두께, 밀도, 화학적 구성 성분과, 방

사선 에너지, 필름에 도달되는 산란 방사선 등에 의해 결정된다고 하였다<sup>22)</sup>. 본 실험에 사용된 피사체는 aluminum으로 제작된 step-wedge로 원자번호가 13, 밀도가 2.70 gm/cm<sup>3</sup>이므로 상아질과 방사선 상의 대조도가 매우 비슷하여 석회화된 치아조직을 나타내는데 가장 많이 이용되고 있다<sup>23)</sup>. 본 실험에서는 base+fog 흑화도의 증가로 피사체 대조도가 감소된 것으로 생각된다.

현상액과 정착액의 pH : 현상액의 pH는 주성분인 환원제가 은이온을 금속이온으로 환원시키고 산화되면서, 불활성을 띄우게 되고, 수소 이온을 유리시킴으로써 필름 처리 매수가 증가함에 따라 감소하는 것으로 생각된다.

정착액에서는 필름에 남아 있는 알카리의 현상액이 들어오고, 강산의 정착액 주성분은 노광되지 않은 할로젠화 은과 결합하므로 정착액의 pH는 필름 처리 매수가 증가함에 따라 증가하는 것으로 생각된다.

## V. 결 론

자동 현상기를 이용하여 X-선에 노광되지 않은 필름을 현상하여, 현상액의 사용 시일 경과에 따른 base+fog 흑화도를 측정하고, impulse을 5, 6으로 촬영하여 필름 흑화도, 피사체 대조도를 측정하고, 현상액과 정착액의 pH 변화를 측정하여 다음과 같이 결과를 얻었다.

1. base+fog 흑화도는 현상액의 사용 시일이 지남에 따라 증가되었으며, 3일째부터는 최대 허용 base+fog 흑화도 0.25를 초과하였다.
2. 필름 흑화도는 현상액의 사용 시일이 지남에 따라 증가하였다.
3. 피사체 대조도는 현상액의 사용 시일이 지남에 따라 감소하였다.
4. 현상액의 pH는 사용 시일이 지남에 따라 감소하였으며, 정착액의 pH는 증가하였다.

## REFERENCES

1. Ingle, J.I., Beveridge, E.E., and Olson, G.E.: Rapid processing of endodontic working Roentgenograms, Oral Surg. 19: 101-107, 1965.
2. Pestritto, S.T., Anderson, S.J., and Braselton, J.A.: Comparison of Diagnostic quality of dental radiographs produced by five rapid processing techniques, J. Am. Dent. Assoc., 89:353-355, 1974.
3. Stewart, J.L. and Drisko, R.R.: An Evaluation of Rapid X-ray Film processing Solution, Oral Surg. 22:334-337, 1966.
4. Alcox, R.W., and Jameson, W.R.: Rapid Dental X-ray Film Processor for Selected Procedure, J. Am. Dent. Assoc. 78:517-519, 1969.
5. Van de Poel, A.C.M.: The kodak DX 80R Replenisher as a Quick Processor, J. Am. Dent. Assoc. 86:401-413, 1973.
6. Manson-Hing, L.R., and Turgut, E.: Evaluation of Film Processing with Concentrating Solution, Oral Surg. 36:280-286, 1973.
7. Pentel, L., and Human, M.A.: Method of Assaying X-ray Developing Activity, Oral Surg. 24:777-780, 1967.
8. Feldman, M.L., and Bozen, G.: Automatic Processing of periapical Film, Oral Surg. 26:647-650, 1968.
9. Alcox, R.W., and Waggener, D.T.: Status Report on Rapid Processing Devices for Dental Radiographic Film, J. Am. Dent. Assoc. 83:1330-1333, 1971.
10. Brown, C.E. Jr.: Degradation of Dental radiographic Processing solution, J. Am. Dent. Assoc. 87:1200-1205, 1973.
11. Thunthy, K.H., and Weinberg, R.: Comparison of films processed in automatic and

- manual processors, *Oral Surg.* 50:479-483, 1980.
12. Manson — Hing, L.R., and Monnier, P.Y.: Radiographic densitometric evaluation of seven processing solution, *Oral Surg.* 39: 493-500, 1975.
  13. Thunthy, K.H., and Weinberg, R.: Effects of solution depletion on films developed in the Peri-Pro automatic processor, *Oral Surg.* 57:102-105, 1984.
  14. Hurburt, C.: Automatic processing of intraoral films in dental schools, *Oral Surg.* 40:423-427, 1975.
  15. Goaz, P.W. and White, S.C.: *Oral radiology: Principles and interpretation*, ed 1, St. Louis, The C.V. Mosby Co. 1982.
  16. *X-ray in Dentistry*, Eastman Kodak Company, Health Sciences Markets Division, Rochester, New York, 1985.
  17. 박수성, 김진상, 이관세 등 : 진단 방사선 원리 : X-선 필름의 물리적 특성과 현상처리, 대학서림, 1985.
  18. Kircos, L.T., and Staninec, M., and Chou, L.: Effect of developer temperature changes on the sensitometric properties of direct exposure and Screen — Film imaging systems, *Dentomaxillofac. Radiol.* 18:11-14, 1989.
  19. Smith, N.J.D.: *Dental radiography*, Oxford, Blackwell Scientific Publication, 1980.
  20. Kaffe, I. Littner, M.M., Tamse, A., and Kuspet, M.E.: Densitometric evaluation of three X-ray films with five different developing solutions, *Oral Surg.*, 57:207-211, 1984.
  21. Barr, P.W., and Stephens, R.G.: *Dental radiology: Pertinent basic concepts and their application in clinical practice*, Philadelphia, London, Toronto, W.B. Saunders Co. 1980.
  22. Stafne, E.C., and Giblisco, J.A.: *Oral Roentgenographic Diagnosis*, ed. 5, Philadelphia, W.B. Saunders Co. 1985.
  23. Manson — Hing, L.R.: An investigation of roentgenographic contrast of enamel, dentin and aluminum, *Oral Surg.* 14:1456-1472, 1961.

– ABSTRACT –

## THE CHANGE OF FILM CHARACTERISTICS ACCORDING TO THE PROCESS OF USING TIME OF PROCESSING SOLUTION

**Moon Sung Chung, Hyun Dae Chung**

*Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Chonnam National University*

This study was undertaken to investigate the change of image characteristics on dental films according to the process of using time of processing solution in automatic processor.

Base + fog density, film density and subject contrast were measured with the digital densitometer, the pH of developing and fixing solution were measured with Digital pH / ION Meter.

The following results were obtained:

1. Base + fog density was increased with the process of using time of the processing solution and was over the maximum permissible base + fog density 0.25 from the 3rd day.
2. Film density was increased with the process of using time of the processing solution.
3. Subject contrast was decreased with the process of using time of the processing solution.
4. The pH of the developing solution was decreased with the process of using time, the pH of the fixing solution was increased.