

Digora[®]에서 노출시간의 변화가 근관치료용 file의 첨부식별에 미치는 영향

연세대학교 치과대학 치과방사선학 교실

고 지 영 · 박 창 서

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 고찰 및 총괄
- V. 결 론
- 참고문헌
- 사진부도
- 영문초록

I. 서 론

방사선 사진에 있어서 흑화도나 계조도의 조절은 골의 형태 변화를 평가하는데 가장 중요한 요소로서⁴²⁾ 연구가들은 항상 최소의 방사선 노출량으로 최적의 흑화도와 대조도를 찾아 진단의 정확성을 증진시키고 있다^{17,36)}. 또한 환자의 노출시간을 줄이려는 노력으로 필름의 감광속도를 빠르게 하면서도, 이에 동반되는 상의 질이 저하되는 것을 막고 더욱 좋은 상을 만들려고 노력하고 있다^{5,9,10,23,26)}.

디지털 영상법은 컴퓨터를 통한 대조도나 계조도의 조절 및 영상 증강과 아울러 환자의 방사선 노출량 감소와 함께 상의 저장 및 전송할 기회를 제공하였다^{5,9,18,52)}. 초기의 디지털 영상법은 이미 촬영된 방사선 사진을 디지털화시킴, 진

단 능력을 증진시키기 위하여 상의 강조 영상이나 noise을 줄이려는 시도^{3,4,5,20,40)}, 또는 디지털 영상 공제법 등의 평가에 주력해 왔다^{5,18,20,31)}.

최근에는 디지털 영상법을 구내 방사선 촬영법에 적용하려는 시도가 있다^{5,6,7,18,22,37,38)}. 디지털 영상 시스템은 디지털 영상 감지기(digital image sensor)의 종류에 따라 두 가지 형태로 나뉘어 진다. 그 중의 하나는 charge-coupled device (CCD) 감지기를 사용하는 것이고^{5,24)}, 다른 형태는 Image Plate(IP)를 이용하는 방법이다^{6,13,14,28,38)}. IP는 Fuji 회사에 의해 처음으로 상품화되었고, 일본의 Kanagawa 치과 대학의 연구진에 의해 파노라마 촬영에 적용되었다¹⁶⁾. IP는 활성화된 유로프륨과 바륨 플루오로하라이드 화합물(europium-activated barium fluorohalide compounds)로 구성된 할라이드 결정체(crystalline halide)로 코팅되고 분사된 폴리에스터기이다. IP에 방사선 상이 기록되고 읽혀지는 원리는 IP에 도달한 X선원의 에너지를 할라이드 결정체(halide crystals)가 저장한다. 그 후 IP를 He-Ne 레이저 광선(633nm)에 노출시켜 저장했던 에너지를 방출하게 함으로써, 푸른 광이 방출되다. 이러한 현상은 일반적으로 광자극 형광(photo-stimulable luminescence PSL)으로 알려져 있으며, IP에 노출된 방사선의 양과 형광의 양 사이의 관계는 넓은 범위에서 선비례를 형성한다고 보고되었다. 영상기록장치(Image reading de-

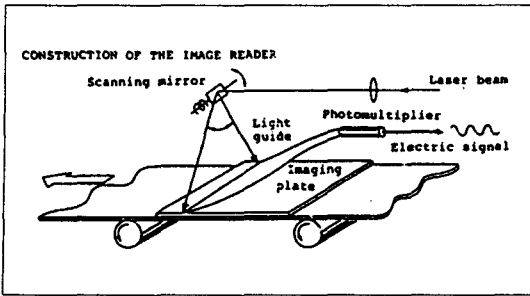


Fig 1. Schematic diagram illustrating the scanning of image plate with a laser

vice)는 X선 잔상 정보를 형광으로 바꾸고 다시 전기적인 신호로 전환시킨다 (Fig. 1 참조). 비록 잔상이 모두 빛으로 전환되었다고 하더라도 아주 적은 양이지만 IP에는 X선 에너지가 남아 있게 되므로 IP를 햇빛에 노출시키면서 완전히 제거되기 때문에 IP는 반영구적으로 사용될 수 있고^{14,16)}, IP를 구의 촬영법에 적용시키려는 연구는 Kashima 등^{13,14)}, Blanc 등¹⁾, Nessi 등²⁵⁾에 의하여 진행되어 왔다.

한편 최근에 소개된 Digora[®] 시스템에 대한 물리적인 특성을 연구한 논문으로, Welander 등³⁹⁾이 LSF(Line spreading fuction)와 MTF(modulation transfer fuction)을 측정하였고, Borg와 Gröndahl²⁾은 Digora[®] 시스템과 필름, 다른 2종류의 CCD 감지기의 디지털 영상 시스템을 비교한 결과, 다른 시스템보다 넓은 노출시간의 범위에서 좋은 상을 보여 주며, 긴 노출 시간에서도 상이 퍼지는 현상(burn-out)에 대해 영향을 받지 않았으며, 작은 물체의 구별 능력에서도 Digora[®]가 가장 좋은 결과를 보여주었다고 보고 하였다. Gröndahl과 Borg⁶⁾가 15번 H-file을 이용하여 Digora[®]의 날카로운 물체의 분리능을 평가한 결과, Digora[®]는 노출시간의 변화에 큰 영향을 받지않아 노출시간의 활용도가 넓다고 하였고, Velders 등³³⁾은, 20번과 25번 file에 대해서는 필름의 노출시간에 비해 3%까지 줄일 수 있다고 하였다. 또한 Sanderink 등²⁶⁾은 이전의 연구한 다양한 디지털 영상 시스템과 비교한 결과 진단 능력은 가장 떨어지지만, 노출시간의 활용

범위가 넓은 점이 장점이라고 하였다. 또한 Luostarinen 등¹⁵⁾은 Digora[®]가 치근단 병소의 인지에 충분한 해상능을 보인다고 하였고, Wenzel 등⁴¹⁾은 생체의실험에서 Digora[®], RVG, Sens-A-Ray, Visualix의 우식증의 진단능력을 비교하여 동등한 정도의 진단능력을 보였다고 보고하였다.

국내에서도 디지털 영상법에 관한 연구는 활발히 진행되어, 치아 우식증에 대한 평가^{12,43,45,54)}와 치근의 흡수에 관한 연구⁴⁹⁾, 치근 이개부의 골소실⁴⁸⁾과 병소의 감지도⁵¹⁾에 대한 연구, 치석의 인지능에 관한 연구¹¹⁾ 등이 있었고, 영상 시스템에 대한 정량적인 평가를 수행하였다^{47,50,52,53)}. 그러나, 이러한 국내의 디지털 영상법에 대한 연구는 치근단 필름을 디지털 영상처리하는 방법이었고, 직접 디지털 영상법을 이용한 연구 논문은 도와 김⁴⁶⁾의 E필름, E-plus 필름을 이용한 디지털 영상과 Sens-A-Ray 시스템의 영상을 비교 연구한 것으로 Sens-A-Ray 시스템은 너무 짧거나, 긴 노출 시간을 제외한 군에서 동등한 정도의 판독 능력을 보인다고 하였다.

이에 저자는 방사선 사진의 대조도 연구에 많이 사용되어온 알루미늄 step wedge¹⁷⁾와 발거된 45개의 치아를 대상으로 하여, Ektaspeed plus (E-plus) 필름과 Digora[®] 시스템에서 노출시간의 변화가 근관치료용 10번, 15번, 20번 K-file의 침부식별에 어떠한 영향을 미치는지 비교분석하여 Digora[®] 시스템이 근관치료시에 이용될 경우 적절한 file의 두께와 노출시간을 알고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

가. 연구 재료

1. 피사체로는 가로 4 mm, 세로 2 mm, 두께 2 mm인 aluminum을 6단계로 만든 알루미늄 step wedge와 45개의 발거된 건전한 단근치 소구치의 45개 근관을 실험 대상으로 하였다.

2. 디지털 구내 방사선 촬영 시스템; Digora[®] 시스템

디지털 구내 방사선 촬영 시스템으로 해상능

이 6 line pairs/mm로 보고되고 있는¹⁵⁾ Digora[®] 시스템(Soradex Orion Co., Finland)을 이용하였고, Digora[®] 시스템의 IP층 416 x 560 pixels, 35 x 45mm 크기의 성인용의 것을 일회용 플라스틱 백을 씌워서 사용하였다. 촬영된 IP상은 레이저 스캐너로 스캐닝하였다. 컴퓨터는 486 DX 기종을 사용하였으며, 화상 처리가 용이하도록 8MB RAM을 부착시켰다. 모니터로는 17 인치 컬러 모니터로, 1024 x 768 pixels, 256 색조를 나타낼 수 있으며, 하드 디스크의 용량은 1GB, Tape recorder (개당 180MB)를 Back-up device로 이용하였다. Digora[®] 시스템의 프로그램 중의 자동 계조도 조정 프로그램 (Automatic grayscale adjustment program), edge enhancement 프로그램을 이용하여 상을 조절하였고, 거리와 각 측정 프로그램 (Distance and Angle measurement program)을 사용하여 치아 길이와 file 길이를 측정하였다(Fig. 2 참조).

3. 일반 방사선 사진 촬영 및 현상

필름은 감광도 E군인 Ektaspeed Plus(Kodak Co., Rochester, USA) 필름을 유효시간이 지나지 않은 상태의 것을 사용하였다. 구내 방사선 촬영 기구는 노출시간의 활용범위가 넓은 70kVp, 7mA, 초점크기가 0.7 x 0.7 mm이며, 총여과가 1.5 mmAl인 구내 방사선 촬영기구(Heliodont MD, Simens AG, Germany)를 사용하였다. 촬영된 일반 방사선 사진은 구내자동현상기(Periomat, Durr Dental GmbH & Co., KG)에서 현상하였으며, 현상액과 정착액은 원액과 물의 비율을 1:4로 섞은 Readymatic 제품(Kodak Co., Rochester, USA)을 사용하였다.

나. 연구 방법

1. 발거된 치아의 실제길이 측정

발거된 건전한 소구치 45개에 번호를 매겨서 치아의 교합면을 지면에 수평으로 삭제한 뒤에 치아 길이를 디지털 버니어 캘리퍼(Digimatic, Mitutoyo, Japan)로 삭제된 교합면에서 근단부까지 치과의사 3인이 2번씩 측정한 것을 평균값

으로하여 실제 치아 길이를 정하였다.

2. 실험 블록 형성 및 X-선 구내 촬영법에 의한 상의 형성

본 실험 전에 예비실험을 통하여 골소주의 형태가 재현되도록 아크릴 레진 가루와 석고의 비를 1:1로 하였으며, 연조직의 밀도를 표현하기 위하여 아크릴 레진 블록 2.0cm 두께의 것을 사용하였다. 레진 블록의 두께에 대한 기준은 예비 실험에서 레진과 석고를 섞은 블록과 아크릴 레진 블록의 두께를 합한 밀도가 일반적으로 E-plus 필름으로 소구치 촬영에 사용되는 노출시간(0.25초)에 상응하는 밀도를 나타나는지를 알아본 뒤에 아크릴 레진 블록의 두께를 결정하였다. 발거된 치아 45개는 스캐일러로 깨끗이 정리하였으며, 치아 3개를 삭제한 치아면이 바닥과 평행하도록 지면에 수직으로 매식하여 15개의 블록으로 형성하였다. 근관치료용 K-file의 번호에 따라 10번(1군), 15번(2군), 20번(3군), 3개의 군으로 분류하였고 file을 근관에 위치시키는 방법은 처음 측정한 치아의 길이를 기준으로 근관공을 넘지않는 범위(0 - 3 mm 이내)에서 무작위로 위치시킨 뒤에 순간접착제로 rubber stop을 file에 고정시켰다.

치아 블록과 알루미늄 stepwedge를 피사체로 IP와 E-plus 필름의 촬영 조건을 동일하게 하기 위하여 암실에서 필름의 납종이(lead foil)를 벗겨낸 다음 다시 원래의 필름 카버로 봉하였고, 일회용 플라스틱 백에 열을 처리하여 봉한 IP의 앞에 위치시켰다¹⁵⁾. IP-필름 면에 알루미늄 stepwedge를 수직이 되도록 부착시킨 뒤에 X-선 촬영 시 IP-필름과 치아간의 거리(TFD)는 1.0 cm, IP-필름과 X선원 초점간의 거리(FFD)는 35 cm으로 유지하였고, 연조직의 밀도를 표현하기 위해 2.0 cm 아크릴 레진 블록을 사용하였다. 촬영법은 평행촬영법을 형성할 수 있도록 필름 유지 기구(XCP, Rinn Corp., USA)를 사용하여 촬영하였다(Fig. 3 참조).

구내 방사선 촬영기구(Heliodont MD, Simens AG, Germany)로 각각의 군에 따라 0.01초, 0.03초, 0.06초, 0.12초, 0.25초, 5단계의 노출시간으로

1번씩 노출시켰으며, IP는 Digora[®] 시스템의 레이어 스캐닝하였고, 필름은 자동 현상하였다. 레이어 스캐닝시에는 광원에 의한 IP의 영향을 배제하기 위해서 주위의 광원을 차단하였으며, 컴퓨터 모니터의 밝기도 어둡게 조절하였다.

3. Digora[®] 시스템에서 근관치료용 file 길이 측정

이 실험의 관찰자들로 치과 방사선학 전공의 4인을 선정하였고 Digora[®]시스템의 거리와 각 측정 프로그램에 대한 사용법을 본 실험을 시작하기 전에 숙지시켰다.

IP로 얻어진 상들은 알루미늄 stepwedge의 계조도가 평균 130-240 범위에서 밝기가 비교적 일정하도록 컴퓨터 모니터상에서 조절하였고, 얻어진 상들은 자동 계조도 조정 프로그램, edge enhancement 프로그램으로 처리하였다. 관찰자들은 치아길이나, file에 대한 정보가 없이 실험에 임했으며, 화면에서 밝기나 대조도를 조절하지 못하게 하였다. 관찰자들은 거리와 각 측정 프로그램을 사용하여 근관치료용 file의 길이(삭제된 치관부위에서 근관치료용 file의 첨부까지)를 측정하게 하였으며, 측정값은 1번씩 수행하도록 하였다(Fig. 4 참조).

4. E-Plus 필름을 이용한 다양한 X선 조사시간에 따른 근관치료용 file길이 변화

근관치료용 file의 길이를 측정하기 위해 균일한 조도의 판독대에서 필름이외의 부위는 가린 뒤에 일정한 위치에서 Digora[®] 시스템과 동일한 4인이 동일한 측정방법과 횟수로 디지털 버니어 캘리퍼(Digimatic, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

5. 관찰자들의 신뢰도 평가

관찰자들의 일치도를 평가할 뿐아니라, 관찰자들의 일치도가 높다고 하더라도 방사선 촬영 방법이나, 상의 질에 따라 관찰자들의 측정치간의 변이가 증가할 수 있다. 이에 대한 평가를 위하여 4명의 관찰자가 측정된 값에 대한 관찰자간 신뢰도를 평가하였다.

6. 실제 file 길이 측정

모든 촬영이 끝난 뒤 file을 제거하여 file 첨부에서 rubber stop까지의 거리를 치과의사 3인이 디지털 버니어 캘리퍼(Digimatic, Mitutoyo, Japan)로 2번씩, 2회 측정된 값을 평균 처리하였다.

다. 평가 방법 및 통계 분석

얻어진 결과를 dBase에 입력하여 SAS 6.04 통계 package를 이용하여 통계 분석 하였다.

1. 각 노출시간에서 측정 file 길이에 대한 평균 오차 및 표준 편차에 대한 E-plus 필름과 Digora[®] 시스템의 비교

각 노출시간에서 Digora[®] 시스템과 E-plus 필름의 평균 오차(측정된 file 값에서 실제 file 값의 차들의 평균값)와 표준편차에 대하여 t-test로 유의성을 검정하였다.

2. 노출시간의 변화가 Digora[®] 시스템에서 근관치료용 file 길이에 미친 영향

Digora[®] 시스템에서 측정 file 길이에 대한 평균 오차와 표준 편차를 구하여, Digora[®] 시스템 내에서 유의성 검정과 일반적으로 E-plus 필름군에서 소구치의 촬영에 많이 이용되는 적정 노출시간인 0.25초의 평균 오차와 Digora[®] 시스템군의 평균 오차간의 비교를 ANOVA와 Tukey's method로 다중 분석을 시행하였다.

3. 노출시간의 변화가 E-plus 필름에서 근관치료용 file 길이에 미친 영향

관찰자들이 측정된 값 사이의 평균 오차와 표준 편차를 구하여, 평균 오차의 범위와 각 노출시간의 평균 오차들이 0.25초군의 평균 오차와 통계학적인 유의차가 있는지 ANOVA와 Tukey's method로 다중 분석을 시행하였다.

4. file의 두께가 근관치료용 file 인지능력에 미친 영향

E-plus 필름과 Digora[®] 시스템에서 10, 15, 20

Table 1. Comparisons of mean errors and standard deviations in measured file length Digora[®] with E-plus film according to the various exposure times (mm)

| Group | 0.01sec | | | 0.03sec | | | 0.06sec | | | 0.12sec | | | 0.25sec | | |
|-------|------------------------------|-------------------|-------|---------------------|-------------------|-------|---------------------|-------------------|-------|---------------------|------------------|-------|---------------------|------------------|-------|
| | Digora [®] | E-plus | Diff. | Digora [®] | E-plus | Diff. | Digora [®] | E-plus | Diff. | Digora [®] | E-plus | Diff. | Digora [®] | E-plus | Diff. |
| 1 | M.E. 0.065 (S.D.) (0.729) | -4.453 (1.316) | S | 0.564 (0.574) | -1.091 (0.774) | NS | 0.649 (0.456) | -0.467 (0.536) | NS | 0.851 (0.298) | 0.026 (0.392) | NS | 0.974 (0.341) | 0.171 (0.383) | NS |
| 2 | M.E. 0.607 (S.D.) (0.869) | -4.497 (2.277) | S | 0.789 (0.481) | -0.311 (0.898) | NS | 0.897 (0.538) | -0.041 (0.577) | NS | 0.866 (0.495) | 0.013 (0.515) | NS | 1.009 (0.438) | 0.054 (0.589) | NS |
| 3 | M.E. 0.719 (S.D.) (0.520) | -3.857 (1.512) | S | 0.765 (0.394) | -0.151 (0.514) | NS | 0.788 (0.545) | -0.002 (0.569) | NS | 0.840 (0.505) | 0.021 (0.438) | NS | 0.937 (0.384) | 0.075 (0.422) | NS |

M.E : average value of mean errors

Diff. : Significant difference level : p=0.05, S: significance NS: no significance

Statistical analysis : t-test between Digora[®] system and E-plus film.

번 file 군과의 평균 오차값을 비교하여, file의 두께가 file 침부의 인지에 미친 영향을 ANOVA와 Tukey's method로 다중 분석하였다.

5. 관찰자간의 신뢰도 평가 (Inter-observer reliability)

E-plus 필름과 Digora[®] 시스템에서 4명의 간의 신뢰도 평가를 위해 ANOVA와 Tukey's method로 다중 분석하였다.

III. 연구 성적

1. 각 노출시간에서 Digora[®] 시스템과 E-plus 필름간의 측정 file 길이에 대한 평균 오차 및 표준 편차에 대한 비교

Digora[®] 시스템과 E-plus 필름의 측정 file 길이의 평균 오차를 비교한 결과 E-plus 필름군에 비하여 Digora[®] 시스템은 0.01초에서 통계학적인 유의차가 있었다(p<0.05) (Table 1 참조). Digora[®] 시스템의 평균 오차값이 각각의 file군에서 E-plus 필름보다 작았다.

2. 노출시간의 변화가 Digora[®] 시스템에서 근관치료용 file 길이에 미친 영향

Digora[®] 시스템에서 노출시간의 변화가 근관

치료용 file 길이에 미친 영향을 보면, 10번 file군(1군)에서는 평균 오차의 범위가 0.065 mm에서 0.974 mm (범위 = 0.909 mm)로 나타났으며, 0.01초의 평균 오차가 0.12초, 0.25초에 비하여 유의하게 낮았고, 표준 편차는 0.729로 제일 크게 나타났다(p<0.05). 15번 file군(2군)에서는 노출시간에 따른 평균 오차의 범위가 0.607 mm에서 1.009 mm (범위 = 0.402 mm)로 나타났으며, 모든 노출시간대에서 평균 오차간의 유의차가 없었다(p>0.05). 20번 file군(3군)에서는 노출시간에 따른 평균 오차의 범위가 0.719 mm에서 0.937 mm (범위 = 0.218 mm)였고, 모든 노출시간대에서 평균오차간의 유의차가 없었다(p>0.05). 또한 Digora[®] 시스템 0.01초의 평균 오차값을 E-plus 필름의 0.25초의 평균 오차값과 비교한 결과, 통계학적인 유의차가 없었다(p>0.05) (Table 2 참조)

3. 노출시간의 변화가 E-plus 필름에서 근관치료용 file 길이에 미친 영향

1군의 경우는 평균 오차의 범위가 -4.453 mm에서 0.171 mm (범위 = 4.624 mm)로 나타났으며, 2군의 경우는 평균 오차의 범위가 -4.497 mm에서 0.054 mm (범위 = 4.551 mm)로 나타났고, 3군의 경우는 -3.857 mm에서 0.075 mm (범

Table 2. Comparisons of mean errors in the measured file length Digora[®] system with E-plus film at 0.25 seconds according to the various exposure times (mm)

| Group | | Digora [®] | | | | | Range | E-plus | Sig. | Difference |
|-------|--------|---------------------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|------|--------------------------------------|
| | | 0.01sec | 0.03sec | 0.06sec | 0.12sec | 0.25sec | | 0.25sec | | |
| 1 | M.E. | 0.065 | 0.564 | 0.649 | 0.851 | 0.974 | 0.909 | 0.171 | S | D-0.01/D-0.12,0.25, E-0.25/D-0.25 |
| | (S.D.) | (0.729) | (0.574) | (0.456) | (0.298) | (0.341) | | (0.383) | | |
| 2 | M.E. | 0.607 | 0.789 | 0.897 | 0.886 | 1.009 | 0.420 | 0.054 | NS | |
| | (S.D.) | (0.869) | (0.481) | (0.538) | (0.495) | (0.438) | | (0.589) | | |
| 3 | M.E. | 0.719 | 0.765 | 0.788 | 0.840 | 0.937 | 0.218 | 0.075 | S | E-0.25/D-0.25 |
| | (S.D.) | (0.520) | (0.394) | (0.545) | (0.505) | (0.384) | | (0.422) | | |

Range : difference value between maximum mean error and minimum mean error

Difference significance level : p=0.05, S: significance NS: no significance

ANOVA and Tukey's multiple comparison method

Table 3. Comparisons of mean errors in measured file length according to the various exposure times in E-plus film (mm)

| Group | | E-plus | | | | | Range | Sig. | Difference |
|-------|------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|------|----------------|
| | | 0.01sec | 0.03sec | 0.06sec | 0.12sec | 0.25sec | | | |
| 1 | M.E. | -4.453 | -1.091 | -0.467 | 0.026 | 0.171 | 4.624 | S | 0.25/0.01,0.03 |
| 2 | M.E. | -4.497 | -0.311 | -0.041 | 0.013 | 0.054 | 4.551 | S | 0.25/0.01 |
| 3 | M.E. | -3.857 | -0.151 | -0.002 | 0.021 | 0.075 | 3.932 | S | 0.25/0.01 |

Range : difference between maximum mean error and minimum mean error

Difference significance level : p=0.05, S: significance NS: no significance

ANOVA and Tukey's multiple comparison method

위 = 3.932 mm)로 나타났다.

각 노출 시간의 평균 오차값을 노출시간 0.25초와 비교해볼 때 1군에서는 0.01초, 0.03초에서, 2군과 3군은 0.01초에서 평균 오차가 커서 유의차를 보였다(p<0.05) (Table 3 참조).

4. file의 두께가 근관치료용 file 식별에 미친 영향

file 두께에 따른 평균 오차의 영향을 평가해본 결과, 짧은 노출시간에서 file 두께에 따른 평균 오차값의 범위가 크게 나타났으며, 10번 file군이 E-plus 필름의 경우는 0.03초에서, Digora[®]

시스템에서 0.01초에서 통계학적인 유의차를 보였다(p<0.05) (Table 4 참조).

5. 관찰자간의 신뢰성 평가 (Inter-observer reliability)

E-plus 필름의 경우는 file 길이 측정시 4명의 관찰자간의 신뢰도를 평가한 결과 0.01초의 10번 file군과, 0.03초의 20번 file군에서 유의차를 보였다(p<0.05). 이에 반하여 Digora[®] 시스템에서 4명의 관찰자간의 유의차를 보이지 않았다(p>0.05).

Table 4. Comparisons of mean errors in measured file length according to the file numbers groups (mm)

| | | 1 | 2 | 3 | Range | Sig. | Difference |
|---------|---------------------|--------|--------|--------|--------|------|------------|
| | | M. E. | M. E. | M. E. | | | |
| 0.01sec | Digora [®] | 0.065 | 0.607 | 0.719 | 0.654 | S | 1/2,3 |
| | E-plus | -4.453 | -4.497 | -3.857 | -0.640 | NS | |
| 0.03sec | Digora [®] | 0.564 | 0.789 | 0.765 | 0.225 | NS | 1/2,3 |
| | E-plus | -1.091 | -0.311 | -0.151 | -0.940 | S | |
| 0.06sec | Digora [®] | 0.649 | 0.897 | 0.788 | 0.248 | NS | |
| | E-plus | -0.465 | -0.041 | -0.002 | -0.463 | NS | |
| 0.12sec | Digora [®] | 0.851 | 0.886 | 0.840 | 0.046 | NS | |
| | E-plus | 0.036 | 0.013 | 0.021 | 0.023 | NS | |
| 0.25sec | Digora [®] | 0.974 | 1.009 | 0.935 | 0.074 | NS | |
| | E-plus | 0.171 | 0.054 | 0.075 | 0.117 | NS | |

Range : difference between maximum mean error and minimum mean error

Difference significance level : p=0.05, S: significance NS: no significance

ANOVA and Tukey's multiple comparison method

IV. 고찰 및 총괄

CCD 감지기를 이용하는 디지털 영상 시스템에는 X선 광자의 에너지가 CCD 감지기에 의하여 전기적인 신호(electrical signal)로 직접 전환되는 시스템이 있고(Sens-A Ray, VIXA/ Visualix), 형광화면(scintillator screen)에서 CCD 감지기에 노출되었던 X선 에너지를 가시광선으로 전환시키는 시스템도 있으며(RVG, Flash Dent)³⁸⁾, 현재에는 회사마다 생산된 제품에 대한 단점을 보완하여 새로운 개발을 수행하고 있다^{5,7,26,27)}. CCD 감지기를 이용하는 디지털 영상 시스템에 대한 연구는 활발하게 진행되어 디지털 영상 시스템의 물리적인 성질뿐 아니라^{7,22,23,2,34,37,38)}, 임상적인 진단 능력에 대한 연구가 많이 보고되었다^{8,10,41,42)}. 특히 CCD 감지기를 이용한 국내 디지털 영상법은 필름의 현상 과정이 없이 노출 후 수 초내에 상을 볼 수 있으며, 환자에 대한 노출량을 감소시킬수 있는 장점으로 인해^{5,8,9,18)} 근관치료에 응용하려는 연구가 많이 진행되었다

^{9,26,27,28,29,32)}. 그러나, 이러한 장점에도 불구하고, 일반방사선 사진에 비하여 비싼 가격과¹⁸⁾, 감지기의 해상능이 필름은 16-20 line pairs/mm인데 반하여, 10 line pairs/mm로 떨어지는 점^{5,8,18,23)}, 또한 감지기의 크기가 필름보다 작고, 두터워 조작성이 불편한 점²⁶⁾, 또한 소독이 용이하지 않은 점²⁹⁾, IP를 사용하는 디지털 영상 시스템에 비하여 상의 왜곡이나, 노출시간의 활용범위가 좁은 점^{2,7,22,24)} 등이 단점으로 지적된다⁸⁾. 이에 반하여, IP를 이용하는 디지털 영상법은 IP의 크기가 성인용과 소아용 필름의 크기와 동일하며, CCD 감지기를 이용하는 디지털 영상 시스템에 비하여 노출시간의 범위가 상당히 넓어¹⁶⁾ Velder 등은³³⁾ 필름 노출시간의 95%까지 줄일 수 있다고 하였다. 또한 회사측에 의하면 환자의 X선 노출량을 일반적인 필름의 노출량의 80%까지 감소시킬뿐 아니라 0.5배에서 8배의 확대상 형성 및 90°, 180° 회전상의 형성, 자동 계조도 조정 프로그램, 반전, edge enhancement, 3-D상, 계조도 조절, 밀도 측정, 거리와 각 측정프로그램

등으로 상의 해상능뿐 아니라 병소의 인지능을 상승시킨다고 한다.

그러나, Digora[®] 시스템의 경우는 IP의 양자반점에 의해 상의 질이 떨어질 수 있으며, 짧은 노출시간일수록 양자반점의 영향이 크다고 한다⁴¹⁾. 그럼에도 불구하고 임상적인 진단 능력을 평가한 논문들 중, Wenzel 등⁴¹⁾과 Velder 등³³⁾, Borg와 Gröndahl²⁾은 짧은 노출시간에서 진단 능력이 감소하지 않는다고 하였다. 이는 Digora[®] 시스템의 진단 능력이 양자반점에 의한 영향보다 상의 조작 능력에 의한 영향이 큰 것으로 추정할 수 있다. 또한, Digora[®] 시스템은 다른 디지털 영상 시스템에 비하여 해상능이 낮아 6 line pairs/mm(0.08 mm)정도에 해당되어¹⁵⁾ Digora[®] 시스템의 상이 다른 디지털 영상 시스템보다 떨어질 것으로 추정되었으나, Luostarinen 등¹⁵⁾의 연구에 의하면, 치근단 병소에 대한 인지능력을 필름과 Digora[®] 시스템을 비교한 결과, 필름보다는 인지능력이 낮으나, 필적할 만한 결과를 얻었다고 하였다. Wenzel 등⁴¹⁾은 Digora[®] 시스템과, RVG, Sens-A-Ray, Visualix 등의 인접면과 교합면 우식증에 대한 진단 능력을 평가한 결과, 인접면 우식증의 인지도는 Digora[®]가 제일 우수하였고, 교합면의 우식증의 경우도 두 번째로 높았다고 보고하였다. 이에 반하여 Sanderink 등은^{26,27)} 시판 중인 CCD 감지기를 이용한 구내 디지털 영상 시스템들과 Digora[®] 시스템의 진단능력을 비교 평가하기 위하여 실험을 수행하였다. 실험 결과, Digora[®] 시스템이 다른 디지털 영상 시스템보다 진단 능력이 떨어진다고 하였다^{39,40)}.

Borg와 Gröndahl²⁾은 E-plus 필름과 Sens-A-Ray, Visualix와 Digora[®]를 15단계의 노출시간에서 비교한 결과, Digora[®] 시스템이 노출시간의 활용범위가 훨씬 넓으며, 작은 물체에 대한 인지능력이나, 상의 질이 CCD 시스템이나, 필름에 비하여 우수하다고 보고하였다. 또한 Gröndahl과 Borg⁶⁾, McDavid 등¹⁶⁾, Sanderink 등²⁷⁾, Velders 등³³⁾은 Digora[®] 시스템이 노출시간의 활용범위가 넓다고 하였다. 본 연구에서는 각 노출시간에서 Digora[®] 시스템과 E-plus 필름간의

측정 file 길이에 대한 평균 오차를 비교한 결과 0.01초에서 Digora[®] 시스템과 E-plus 필름간의 유의차를 보여($p < 0.05$), Digora[®] 시스템이 우수하게 나타났다. 또한 다른 노출시간대에서는 Digora[®] 시스템과 E-plus 필름간의 유의차는 없었으나, E-plus 필름이 Digora[®] 시스템에 비하여 표준 편차가 훨씬 커서 상대적으로 측정 file 길이간의 차이가 큰 것으로 나타났다(Table 1 참조). 또한 Digora[®] 시스템의 경우 5단계의 노출시간에서 얻어진 평균 오차의 범위가 2군(15번 file군)에서 0.420mm로, 3군(20번 file군)의 경우는 범위가 0.218 mm로 나타났으며, 각 file군 내의 평균 오차간의 통계학적인 유의차가 없었다($p > 0.05$). 반면에 1군(10번 file군)의 경우는 0.01초에서 평균 오차값이 제일 적게 나타나, 0.12초, 0.25초와 유의차가 있었으며($p < 0.05$), 다른 노출시간대에 비하여 표준 편차는 제일 크게 나타났다(Table 2 참조). 이러한 결과는 Digora[®] 시스템의 노출시간 0.01초에서 10번 file군의 표준 편차를 고려해 볼 때, 본래의 file 길이보다 측정된 file 길이가 짧게 나타난 것으로 추정할 수 있다.

또한, Digora[®] 시스템에서 각 file 군내에서 0.01초의 평균 오차와 E-plus 필름군의 0.25초의 평균 오차를 비교해 볼 때, 통계학적인 유의차가 없었다($p > 0.05$)(Table 2 참조). 이러한 결과는 Digora[®] 시스템의 노출시간으로 0.01초를 사용할 수 있으므로, 노출시간의 활용범위가 넓다는 Borg와 Gröndahl²⁾, Gröndahl과 Borg⁶⁾, McDavid 등¹⁶⁾, Sanderink 등²⁷⁾, Velders 등³³⁾의 결과와 유사하였다. 그러므로, Digora[®] 시스템에서는 15번, 20번 file을 넣고 촬영할 경우 각 노출시간대에서 평균 오차값이 비교적 균일하게 나타나고, Digora[®] 시스템의 0.01초와 E-plus 필름의 0.25초와의 비교에서도 유의차가 없으므로, 임상에 응용시 E-plus 필름에서 소구치의 적정 노출시간의 4%까지 줄일 수 있을 것으로 추정된다.

Digora[®] 시스템에 비하여, E-plus 필름의 경우는 노출시간에 의한 영향이 많아서, 각 5단계의 노출시간에서 평균 오차의 범위가 1군에서는 4.842 mm, 2군에서는 5.012 mm, 3군에서는

4.295 mm까지 나타나, 노출시간의 변화에 영향을 크게 받는 것을 알 수 있었으며, 동일군의 0.25초의 평균 오차에 비하여 1군은 0.01초와 0.03초에서, 2군과 3군은 0.01초에서 통계학적인 유의차가 있었다($p < 0.05$). 이러한 사실은 E-plus 필름의 경우 짧은 노출시간에서는 임상적용이 어려울 것으로 추정된다.

Sanderink 등²⁷⁾은 CCD 시스템과 Digora[®] 시스템, 필름간의 비교에서 Digora[®] 시스템은 근관치료용 file의 두께를 15번 이상의 것으로 사용해야 근관장 결정에 정확도를 확보할 수 있다고 하였고, 10번 file을 사용한 경우, 다른 CCD 시스템보다 근관장 길이 진단 능력이 15번 file을 사용한 경우보다 떨어진다고 하였다. 그리고 이러한 원인을 상대적으로 다른 시스템보다 큰 화소의 크기 때문이라고 추정하였다. 또한 Velders 등³³⁾은 10, 15, 20, 25번 file을 가지고 실험한 결과, E-plus 필름의 노출 시간의 3%까지 줄이는데 15번 file은 1%정도, 10번 file은 5% 정도 길이가 짧아졌다고 하였다. 본 연구에서도 근관치료용 file의 두께가 근첨부의 인지 능력에 영향을 미칠 것으로 가정하여, 10번, 15번, 20번 file의 두께에 따라 실험군을 나누어 실험한 결과, 짧은 노출시간에서 file 두께에 대한 영향이 커져서 1군에서 E-plus 필름의 경우는 0.03초에서, 다른 file들 보다 평균 오차가 음으로 크게 나타나 통계학적인 유의차를 보였고($p < 0.05$), Digora[®] 시스템에서는 0.01초에서 1군의 평균 오차값이 다른 file군에 비하여 통계학적인 유의차가 있었다($p < 0.05$)(Table 5). 이론적으로는 Digora[®] 시스템의 해상능이 0.08 mm이므로 근첨부에서 인지가 용이할 것으로 생각되어¹⁵⁾, 0.1mm의 두께의 10번 file³⁵⁾을 실험군에 첨가하였으나, 실제 실험 결과에서는 10번 file을 매식한 1군의 경우는 다른 file군에 비하여 각 노출시간에서 평균 오차가 적으며, 균일하게 나타나지 않았고, 표준편차도 크게 나타나 10번 file을 임상적으로 사용할 때 주의를 요해야 할 것으로 생각되었다. 이러한 결과는 Digora[®] 시스템의 낮은 해상능의 영향이 크게 나타난 것으로 추정된다. 이러한 결론은 Sanderink 등²⁷⁾의 15번 이상의 file을 이용하는

것이 Digora[®] 시스템에서 정확도를 유지할 수 있다는 결과와 일치하였다.

Gröndahl과 Borg⁶⁾는 15번의 H-file을 이용하여, 1.0초에서 0.016초, 7단계의 노출시간하에서 얻어진 Digora[®] 시스템에서 관찰자가 가장 좋은 상으로 밝기나 어둡기를 조절하도록 하였고, edge enhancement 프로그램은 사용하지 않은 상태에서 얻어진 상을 5명의 치과의사와 3명의 원내생을 관찰자로, file첨부와 참고선까지의 거리와, 근관공과 참고선까지의 거리를 측정한 결과, 다양한 노출시간에 따라, 관찰자들간의 file첨부와 근관공까지의 거리의 변이는 3.29 - 3.48 mm로서 노출 시간에 따른 변이는 0.18 mm였고, 통계학적인 유의차는 없었다고 보고하였다. 본 연구에서도 Digora[®] 시스템에서 4명의 관찰자들이 측정한 file 길이 간의 관찰자간의 신뢰도를 평가한 결과, 각각의 노출시간대에서 유의차를 보이지 않았다($p > 0.05$). 반면에, E-plus 필름의 경우는 0.01초와 0.03초에서 관찰자간의 통계학적인 유의차가 있었다. 관찰자들의 숙련된 정도는 거의 동일한 수준이므로 이러한 결과는 E-plus 필름에서 0.01초와 0.03초의 낮은 노출시간의 영향으로 인한 것이므로, Digora[®] 시스템은 E-plus 필름에 비하여 짧은 노출조건에서 file 근첨부를 인지하는 능력이 감소하지 않았음을 간접적으로 보여 주었다.

본 연구는 실제 환자의 촬영 조건에 맞추어서 재현하려 하였으나, 비생체 실험의 한계를 가져, 골소주나 주변 해부학적 구조물의 영향이 배제된 것이므로, 실제 임상 적용 시에는 이보다 좋지 않은 결과를 낼 것으로 추정된다. 그리고, Hederick 등⁹⁾의 논문에서는 CCD 시스템으로 근관치료의 적용을 실험하여 file의 위치에 따라 file첨부의 판독 능력이 달라진다고 보고하였고, 특히 file이 근관장보다 짧게 위치될 수록 file첨부의 판독이 용이하다고 하였다. 이러한 연구 결과를 참고해 볼 때, 본 실험의 경우는 근관장을 넘지 않는 범위에서 0 - 3 mm까지 file을 위치시켰으므로, file이 근관공에 가까울수록 인지하기가 힘들었을 것이므로 file 위치에 따른 변수도 작용하였을 것으로 추정된다. 또한 실제의 file

길이와 촬영이 끝난 뒤에 블록을 절개하여 얻어진 것이 아니라, 촬영이 끝난 뒤에 file을 블록에서 제거하여 얻어진 값이므로, file을 제거할 때의 오차도 존재할 것으로 추정되며, 치아를 매식할 때의 변수도 작용할 것으로 생각된다. 이러한 한계가 존재함에도 불구하고, 본 실험이 의의가 있는 것은 E-plus 필름과의 촬영 조건을 동일하게 수행한 상태에서 얻어진 결과이며, 국내에서는 최초로 IP를 이용한 디지털 영상법에 대한 연구라는 점과, Digora[®] 시스템의 노출시간의 활용범위가 E-plus 필름에 비하여 넓었다는 점을 보여준 점이다. 그러므로, 본 실험에서 Digora[®] 시스템에서 활용할 수 있는 노출시간은 15번과 20번 file의 경우는 E-plus 필름의 적정 노출시간의 4%정도(0.01초)까지 가능할 것으로 추정되며, file의 굵기가 굵을수록 각 노출시간대에서 관찰자간의 변이량도 적었으며, 노출시간 간의 변이량도 적었다.

디지털 영상법을 치과 영역에 응용하려는 노력은 우식증의 진단^{10,41)}, 치근단 병소의 인지능력^{20,21,42)}과 근관치료시의 근관장 측정^{5,9,27,28,29,32)}, 치근단 병소의 감별^{19,30,31)}, 디지털 영상 판독^{5,20)} 등에 이용되고 있다. 그러나, 이러한 연구들 중 실제 환자상의 임상 실험을 수행한 논문^{15,25)}은 드물다. 그러므로 이후에 있어서는 Digora[®] 시스템에 대한 실제 임상 적용에 대한 연구를 수행하여, 근관치료 및 치주치료 시의 임상 활용도의 여부와 상의 조작 후의 판독의 용이성에 대한 평가가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

Image plate(IP)를 이용한 구내 디지털 영상법인 Digora[®] 시스템은 노출시간의 활용범위가 넓어, 환자의 노출량을 줄일 수 있으며, 상의 조작을 통하여 진단능력을 상승시킬 뿐 아니라, 상의 전송이나, 저장이 가능하다.

이에 저자는 Digora[®] 시스템에서 시간의 변화가 근관치료용 file 침부 식별에 미친 영향을 평가하기 위하여 다음과 같이 실험하였다. 발견된 45개의 소구치의 근관에 10번, 15번, 20번 K-file

을 치근단부에 근관공을 넘지 않는 범위에서 무작위로 각각 위치시킨 뒤에 레진-석고 블록에 각각의 치아를 매식하여 0.01초, 0.03초, 0.06초, 0.12초, 0.25초의 5단계의 노출시간의 변화 하에 동일한 고정 위치에서 촬영된 E-plus 필름과 Digora[®] 시스템의 모니터에서 나타난 file 길이를 4명의 관찰자가 측정된 뒤 평균 오차(측정된 file 값과 실제 file 값의 차들의 평균)를 구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Digora[®] 시스템과 E-plus 필름의 평균 오차를 비교한 결과, 0.01초의 노출시간에서 E-plus 필름의 평균 오차가 각 file군에 따라 -4.453 mm, -4.497 mm, -3.857 mm로 나타났으며, Digora[®] 시스템은 0.065 mm, 0.607 mm, 0.719 mm로 나타나 통계학적인 유의차가 있었다($p < 0.05$).
2. Digora[®] 시스템 내에서 노출시간에 따른 평균 오차를 비교한 결과, 10번 file군에서 0.01초의 평균 오차가 0.12초와 0.25초에 비하여 통계학적으로 유의하게 낮았고 표준편차는 0.729로 제일 크게 나타났다($p < 0.05$).
3. Digora[®] 시스템 내의 각 노출시간에 따른 평균 오차와 E-plus 필름의 0.25초의 평균 오차를 비교한 결과, Digora[®] 시스템의 10번 file군과 20번 file군의 0.25초의 평균 오차와 E-plus 필름의 0.25초의 평균 오차간의 통계학적인 유의차를 보였다($p < 0.05$).
4. E-plus 필름 내에서 0.25초의 평균 오차와 다른 노출시간대의 평균 오차를 비교한 결과, 10번 file군은 0.01초, 0.03초에서, 15번과 20번 file군은 0.01초에서 통계학적인 유의차를 보였다($p < 0.05$).

결론적으로, Digora[®] 시스템은 E-plus 필름에 비하여 모든 file 군에서 0.01초의 짧은 노출시간에서 file의 침부 식별 능력이 우수하였으며, 15번과 20번 file을 사용할 경우, E-plus 0.25초의 4%인 0.01초까지 노출시간을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Blanc M. et al. : Comparison of absorbed doses from panoramic and cephalographic computed radiography with conventional techniques. Third Symposium on Digital Imaging in Dental Radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 24(2) : 86- 87, 1995
2. Borg E. and Gröndahl H.G. : Dynamic range of film and digital systems for image acquisition in intra-oral radiography, Third Symposium on Digital in Dental Radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 24(2) : 104-105, 1995
3. Fujita M. et al. : Digital image processing of dentomaxillofacial radiographs, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 64 : 485-493, 1987
4. Fujita M. et al. : Digital image processing of periapical radiographs, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 65 : 490-494, 1988
5. Goaz P.W. and White S.C. : Oral Radiology, 3rd ed., 1994, Mosby
6. Gröndahl H.G. and Borg E. : Endodontic measurements with an intraoral image plate technique-the Digora System, The proceeding of the 10th international congress of dento-maxillofacial radiol., 101-151, 1994
7. Harada T. et al. : Sen-A-Ray' characteristics with variation in beam quality, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 80 : 120-123, 1995
8. Hassfeld S. et al. : First experience with the new Siemens digital intra-oral radiographic system. Third symposium on Digital Imaging in Dental Radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 24(2) : 93, 1995
9. Hedrick R.T. et al. : Radiographic determination of canal length: Direct digital radiography versus conventional radiography, J.of Endodontics, 20(7) : 320-326, 1994
10. Hintze H., Wenzel A., and Jones C. : In vitro comparison of D-and E-speed film radiography, RVG, and Visualix digital radiography for the detection of enamel approximal and dentinal occlusal caries lesions, Caries Res., 28 : 363-367, 1994
11. Kang B.C. : A comparison of conventional intraoral radiography and computer imaging technique for the detection of proximal surface calculus, 대한구강악안면방사선학회지, 24(1) : 23-28, 1994
12. Kang B.C. : A comparison of periaical radiographs and their digital images for the detection of dental caries, 대한구강악안면방사선학회지, 24(1) : 31-35, 1994
13. Kashima I. et al : Computed panoramic tomography with scanning laser-stimulated luminescence, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 60 : 448-453, 1985
14. Kashima I. et al. : Intraoral computed radiography using the Fuji computed radiography imaging plate, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 78 : 239-246, 1994
15. Luostarinen T. et al : Comparison of intra-oral digital and film radiography for diagnosis of periapical bone lesions. Third Symposium on Digital Imaging in Dental Radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 24(2) : 92-93, 1995
16. McDavid W.D. et al. : Digital imaging in rotational panoramic radiography. Third Symposium on Digital Imaging in Dental Radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 24(2) : 68-75, 1995
17. Manson-Hing L.R. : An investigation of the roentgenographic contrast of enamel, dentin, and aluminum, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 14 : 1456-1472, 1961
18. Miles D.A. : Imaging using solid-state detectors, Advanced in dental imaging, Dental Clinics of North America, 37(4) : 531-540, 1993
19. Mol A. and van der Stelt P.F. : Digital image analysis for the diagnosis of periapical bone lesions: a preliminary study, Int. endodontic J., 22 : 299-302, 1989
20. Mol A. and van der Stelt P.F. : Application of computer-aided image interpretation to the diagnosis of periapical bone lesions, Dentomaxillofac. Radiol., 21 : 190-194, 1992
21. Mol A., and van der Stelt P.F.: Locating the periapical region in dental radiographs using digital image analysis, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 75 : 373-382, 1993
22. Molteni R. : Direct digital dental X-ray imaging with Visualix/VIXA, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 76 : 235-243, 1993
23. Mouyen F. et al : Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 68 : 238-242, 1989
24. Nelvig P., Wing K., and Welander U. : Sen-A-Ray (a new system for direct digital intraoral radiography), Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 74 : 818-823, 1992
25. Nessi R. et al. : Digital panoramic radiography with

- electronic magnification: Comparison with intra-oral radiography. Third Symposium on Digital Imaging in Dental Radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 24(2) : 93-95, 1995
26. Sanderink G.C.H. et al. : Image quality of direct intraoral x-ray sensors in assessing root canal length, Oral surg. Oral Med. Oral Pathol., 78 : 125-132, 1994
 27. Sanderink G.C.H. et al. : An evaluation of two new direct digital intra-oral sensors, the Siemens Sidexis and the Gendex VIXA-2, for assessing root canal length. Third Symposium on Digital Imaging in Dental Radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 24(2) : 103-104, 1995
 28. Sanderink G.C.H., van der Stelt P.F., and Velders X.L. : Image quality of a new indirect digital intraoral X-ray sensor system. The digora system compared to direct digital systems and film in assessing root canal length, The proceeding of the 10th international congress of dento-maxillofacial radiol., 377-379, 1994
 29. Shearer A.C., Horner K., and Wilson N.H.F. : Radiovisiography for imaging root canals: an in vitro comparon with conventional radiography, Quintessence Int., 21 : 789-794, 1990
 30. ShROUT M.K., Hall J.M., and Hildebolt C.E. : Differentiation of periapical granulomas and radicular cysts by digital radiometric analysis, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 76 : 356-361, 1993
 31. Tyndall D.A., Kapa S.F., and Bagnell C.P. : Digital subtraction radiography for detection cortical and cancellous bone changes in the periapical region, J.of endodontics, 16(4) : 173-177, 1990
 32. Vandre R.H., Cruz C.A. and Pajak J.C. : Comparison of four direct digital radiographic systems with film for endodontic length determination. Third symposium on digital imaging in dental radiography, Dentomaxillofac.Radiol., 24(2) : 92, 1995
 33. Velders X.L. et al. : The effect of different exposure times on the defecability of endodontic files in the new digora direct digital introral X-ray system, The proceeding of the 10th international congress of dento-maxillofacial radiol., 245-246, 1994
 34. Walker A. et al. : Quantitive assessment of a new dental imaging system, Br. J Radiol., 64 : 529-536, 1991.
 35. Walton and Torabinejad : Principles and practice of endodontics. 2nd ed., 1996, W.B.Saunders Company
 36. Weber R.L. and Ryge G. : The singnificance of exposure parameters in dental radiography, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 27(6) : 740-753, 1962
 37. Welander U. et al. : Basic technical properties of a system for direct aquisition of digital intraoral radiographys, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 75 : 506-516, 1993
 38. Welander U. et al : Resolution as defined by line spread and modulation transfer function for four digital intraoral radiographic systems, Oral surg. Oral med. Oral pathol., 78 : 109-115, 1994
 39. Welander U. et al. : Some essential characteristics of new system for direct digital intraoral radiography, Third symposium on Digital Imaging in Dental Radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 24(2) : 89, 1995
 40. Wenzel A. : Effect of Image enhancement for detectability of bone lesions in digitized intraoral radiographs, Scand. J. Dent. Res., 96 : 149-160, 1988
 41. Wenzel A et al. : Accuracy of caries diagnosis in digital images from charge-coupled device and storage phosphor system: an vitro study, Dentomaxillofac. Radiolo., 24(4) : 250-254, 1995
 42. Yokota E.T. et al. : Interpretation of periapical lesions using RVG, J. of endodontics, 20(10) : 490-494, 1994
 43. 권기정, 황의환, 이상래 : 디지털방사선촬영술을 이용한 인접면 치아우식증 진단에 관한 실험적 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 24(1) : 85-93, 1994
 44. 김성국, 김재덕 : 컴퓨터를 이용한 주요 치근단 병소의 방사선학적 진단에 관한 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 20(2) : 277-287, 1990
 45. 김현, 정현대 : 모의 인접면 치아우식증병소의 진단을 위한 구내표준방사선사진과 그 디지털 영상의 비교, 대한구강악안면방사선학회지, 24(2) : 279-288, 1994
 46. 도정주, 김은경 : 직접 디지털 방사선 촬영시스템과 Ektaspeed 및 Ektaspeed plus 필름을 이용한 방사선 사진용 디지털 영상시스템과의 비교 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 25(1) : 51-67, 1995
 47. 박관수, 이상래 : 실험적으로 제작한 Videodensitometer의 디지털 영상처리와 임상적 적용에 관한 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 22(2) : 273-281, 1992
 48. 오봉현, 황의환, 이상래 : 디지털영상의 치근이개부 골손실 판독효과에 관한 실험적 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 25(2) : 363-372, 1995
 49. 오필교, 김재덕 : 디지털 방사선 촬영술을 이용한 치근흡수 판독에 관한 실험적 연구, 대한구강악안면방

사선학회지, 25(2) : 375-384, 1995

50. 유영선, 이상래 : Videodensitometry법을 이용한 X선 사진의 흑화도와 대조도에 관한 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 22(2) : 293-302, 1992
51. 이건일, 유형근, 신형식 : 방사선 사진과 디지털 영상에서 실험적 치근 이개부 병소의 감지도에 관한 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 25(2) : 99-106, 1995
52. 이곤, 이상래 : Digital radiography를 이용한 치근단 X선사진의 판독능에 관한 실험적 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 22(1) : 117-127, 1992
53. 조형희, 김은경 : 방사선사진용 디지털 영상시스템의 정량적 평가에 관한 실험적 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 24(1) : 137-145, 1994
54. 허민석, 유동수 : 인공적 인접면 치아우식증의 구내방사선사진과 디지털 영상의 진단능 평가, 대한구강악안면방사선학회지, 24(1) : 439-449, 1994

The effects of various exposure times in the detectability on the tips of the endodontic files in Digora[®]

Jee-Young Ko, Chang-Seo Park

Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Yonsei University

Digora[®] - an intraoral digital radiography system utilizing image plate (IP) - has a dynamic range of exposure time which allows it to decrease the patient's exposure time and to increase diagnostic ability through image processing, transmission and storage.

The purpose of this study was to evaluate the Digora[®] system by assessing the effects of various exposure times on the detectability on the tip of the endodontic file. Examining the root canals of 45 extracted sound premolars, K-files No. 10, 15, and 20 were placed at slightly varying distances from the apex. The teeth were glued onto resin-plaster blocks. Five exposure times varying between 0.01 seconds and 0.25 seconds were used. Four observers were asked to measure the distance between the tip of the file and a reduction of crown portion, and obtained mean errors (subtracting true file length from the measured file length), comparing Digora[®] monitors with E-plus films, which were both obtained under the same geometrical positions.

The results were as follows :

1. Comparing E-plus film with Digora[®] at 0.01 seconds, the mean errors in E-plus film showed -4.453 mm, -4.497 mm, and -3.857 mm, while the mean errors in Digora[®] showed 0.065 mm, 0.607 mm, and 0.719 mm according to the file groups. Therefore there was a significant difference between E-plus film and Digora[®] ($p < 0.05$).
2. By comparison of mean errors according to the various exposure times in the Digora[®] system, the mean error at 0.01 seconds was significantly lower than that at 0.12 and 0.25 seconds in the No. 10 file group ($p < 0.05$). And the standard deviation was the highest at 0.01 seconds.
3. Comparing E-plus film at 0.25 seconds with the Digora[®] system, the mean errors showed a significant difference between E-plus film at 0.25 seconds and the Digora[®] system at 0.25 seconds in No. 10 and 20 file groups ($p < 0.05$).
4. Comparing E-plus film at 0.25 seconds with other exposure times, the mean errors showed a significant difference between E-plus film at 0.25 seconds and E-plus film at 0.01 and 0.03 seconds in 10 file group ($p < 0.05$). In the No. 15 and 20 file groups, there was a significant difference between E-plus film at 0.25 seconds and E-plus film at 0.01 seconds ($p < 0.05$).

In conclusion, Digora[®] was better than E-plus film in detectability on the tip of the file at the exposure time of 0.01 seconds in all file groups. And we concluded that Digora[®] can shorten exposure times up to 4% of 0.25 seconds (0.01 sec), which is adequate exposure time for premolar in E-plus film using No. 15 and 20 files.

논문 사진 부도

Fig. 2. Digora[®] digital radiographic system

Fig. 3. Geometrically standardized experimental design.

Acrylic resin plate mounting of plater-resin block, Rinn paralleling device, and IP-film positioner.

Fig. 4. Distance and Angle measurement program in Digora[®] system

논문사진부도

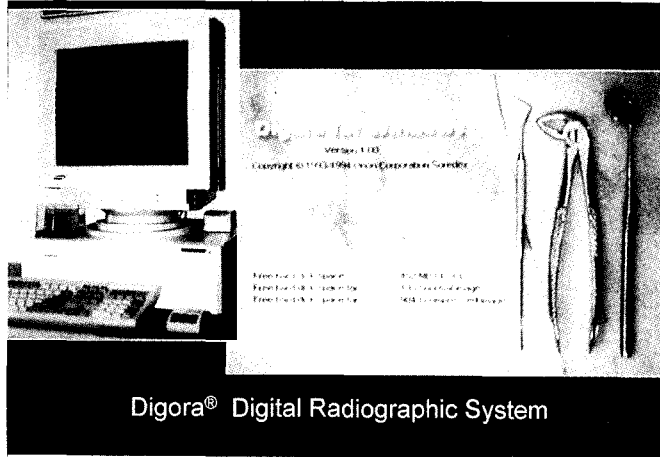


Fig. 2.

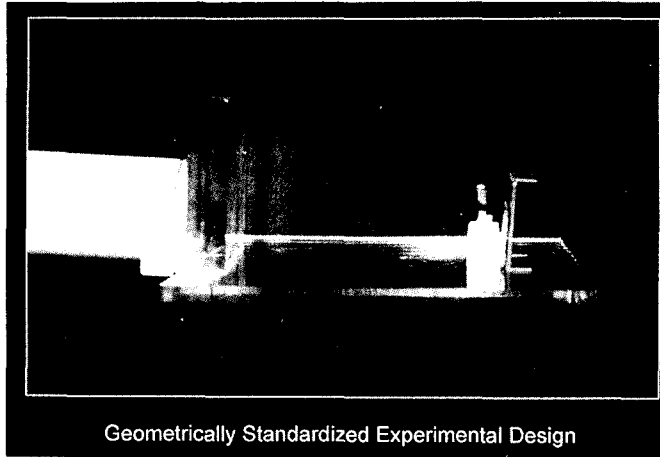


Fig. 3.

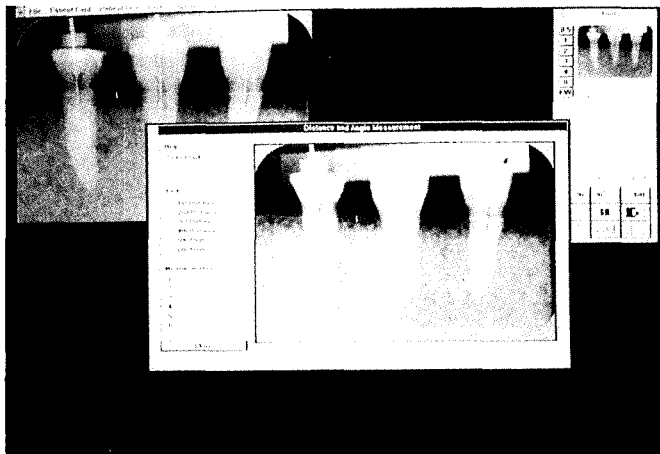


Fig. 4.