

Ektaspeed Plus 방사선사진, 간접 디지털 영상 및 Digora 영상의 치근단 병소의 판독능 비교

부산대학교 치과대학 치과방사선학교실 및 보존학교실*

조봉혜, 나경수, 이희주*

I. 서론

골 질환, 특히 치근단 질환의 진단에 있어서 방사선 사진은 필수적이다. 그러나 방사선 사진은 어느정도 골 파괴가 진행된 후에야 판독이 가능한 단점이 있다. Bender와 Seltzer¹⁾는 하악골의 해면골내에 국한하여 인공적인 골 결손을 형성하였을 경우 일반방사선사진상으로 인식할 수 없었고, 피질골의 소실이 있는 경우에만 방사선학적으로 관찰할 수 있었다고 보고하였으며, Regan 과 Mitchell²⁾은 57개의 인체 하악골의 방사선학적 검사에서 동일한 소견을 확인하였다. 많은 다른 연구들³⁻⁷⁾에서도 해면골내의 병소는 해면-피질골 경계부나 피질골 자체의 파괴가 일어날 때까지 방사선학적으로 발견할 수 없다고 보고하였다. 이런 연구 결과들과 달리, Shoha 등⁸⁾은 인체 하악골의 소구치부에 해면골내 국한하여 인위적 병소를 형성하였을 때 방사선학적으로 관찰할 수 있었다고 보고하였고, Pitt Ford⁹⁾도 개의 치근단병소에 대한 조직학적, 방사선학적 검사에서 피질골의 파괴가 병소의 방사선학적 관찰

에 필수적이지는 않다고 보고하였다. 근래에 들어 디지털 영상의 도입으로 흑화도나 대조도의 조절등 영상증강이 가능하여 높은 진단능을 기대할 수 있게 되었다. 치과방사선분야에서 이용되는 디지털 영상은 대별하여 직접 디지털 영상과 간접 디지털 영상으로 나뉜다. 직접 디지털 영상 시스템은 기존의 방사선 필름대신 감지기를 사용하여 방사선 촬영직후 즉각적인 디지털 영상이 컴퓨터 상에 나타나는 시스템으로 구내용으로는 1989년 RadioVisioGraphy의 도입이 최초이다¹⁰⁻¹¹⁾. 직접 디지털 영상시스템에는 감지기로 charge-coupled device(CCD) sensor를 이용하는 기종과 Image Plate를 사용하는 기종이 있는데, 전자로는 RadioVisioGraphy(RVG, Trophy Radiologie, Paris, France)¹⁰⁾, Sens-A-Ray(Regam Medical Systems, Sundvall, Sweden)¹²⁾, Visualix/VIXA(Gendex Dental Systems, Milano, Italy)¹³⁾, Flash Dent(Villa Sistemi Medicales, Buccinasco, Italy)¹⁴⁾, CDR(Schick Technologies Inc, New York, N.Y.)¹⁵⁾, 그리고 SIDEXIS(Simens, Erlangen, Germany)¹⁶⁾ 등이 있고, 후자로는 Digora(Soredex Orion Co., Hensinki, Finland)¹⁷⁾ 등이 속한다. 직접 디지털 영상시스템은 빠른 영

상획득, 저장, 영상증강 및 전송외에도 획기적인 조사선량 감소의 장점도 있다^{18,19)}. 이와 달리 간접 디지털 영상은 일반 방사선사진을 CCD 카메라나 스캐너등을 통하여 이차적으로 디지털화하는 방법으로 디지털 공제술²⁰⁻²³⁾이나 콜밀도의 정량적인 분석²⁴⁻²⁵⁾등에 이용된다.

디지털 영상의 치근단 병소에 대한 최근 연구를 살펴보면, Wenzel²⁶⁾은 일반 방사선사진과 간접 디지털 영상과의 비교에서 적정노출의 일반 방사선사진과 디지털 영상, 저·과노출후 영상증강을 시행한 디지털 영상간에 유의성있는 차이가 나타나지 않았다고 보고하였다. Yokota 등²⁷⁾은 RVG를 이용한 연구에서 치근단 병소 판독시 병소가 없을 경우는 일반 방사선사진이 더 우수하였고, 병소가 치조백선이나 해면골을 포함하였을 경우에는 RVG가, 피질골을 포함하였을 경우에는 동일한 결과를 나타내었음을, Tirrell 등²⁸⁾은 화학적으로 유발한 병소에 있어서 초기병소의 진단에 RVG가 일반 방사선사진보다 더 우수하였다고 보고하였다. Kullendorff 등²⁹⁾은 치근단 병소의 판독시 Visualix/VIXA 영상이 일반 방사선사진과 차이가 없었음을, Farman 등³⁰⁾은 치근단 병소의 크기 측정에 있어서 Visualix-2 영상이 일반 방사선사진보다 우수하였음을 보고하였다. Stassinakis 등³¹⁾은 RVG 영상과 이 영상의 공제영상과의 비교에서 공제영상이 높은 진단능을 보였음을 보고하였다.

국내 연구로는 이 등³²⁾이 간접 디지털 영상의 치근단 X선 사진 판독능에 관하여, 오 등³³⁾이 치근흡수에 관하여 보고하였다.

본 연구는 병소의 조기 관찰이 어려운 해면골내와 해면골-피질골 경계부의 치근단 병소에 대한 E-Plus 방사선사진, 간접 디지털 영상 그리고 Digora 영상과의 판독능을 비교하고자 시도되었다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

연구재료로 건전한 구치를 가진 10개의 성견 하악골을 사용하였다.

방사선원은 70kVp, 10mA, 2mm의 알루미늄 등가의 총여과를 가진 Heliodont(Simens, Erlangen, Germany)를, 필름은 E-speed Plus(Eastman-Kodak Co., Rochester, N.Y.)를 사용하였고, Dürr AC 24 자동현상기(Dürr Dental, Beitigham, Germany)로 현상하였다.

E-speed Plus 방사선사진의 이차적 디지털화를 위하여 개인용컴퓨터(IBM-pentium)와 CCD 카메라(Fotovix, Tempron Co., Japan) 그리고 Image-pro image processing system(Media Cyberitics, USA)을 사용하였다.

직접 디지털 영상의 획득은 Digora(Soredex Orion Co., Hensinki, Finland)시스템과 416x560 화소, 35x45 cm의 성인용 image plate를 이용하였다.

2. 연구방법

1) 치근단 병소형성

성견의 하악골의 협측 1/3 부위를 시상 절단하여 치근단을 손상없이 노출시키고 협측 피질골 판을 약간의 해면골이 붙어있는 상태로 분리하였다. 분리후 치과용 고무 인상재(Exaflex putty type, GC, Japan)를 이용하여 각 표본의 위치를 인기하여 향후 방사선 사진 촬영시 위치변화없는 연속적인 촬영이 가능하도록 하였다. 병소는 분리된 협측골의 해면-피질골 경계부와 설측골의 해면골내의 구치 치근단부에 형성하였다. 골결손의 크기는 소, 중, 대 3종류로 ISO No. 10 round bur(head diameter 1.00, head length 0.8mm)로 소병소를, 14 round bur(head diameter 1.40, head length 1.1mm)로 중병소를, 그리고 No. 14 bur를 이용하여 2배로 확장한 대병소(2.8x2.2mm²)를 형성하였다. 해면-

피질골 경계부 병소의 피질골내 깊이는 소병소는 피질골의 저항이 있는 지점까지, 중병소는 0.5mm까지, 그리고 대병소는 1.0mm까지 형성하였다.

2) 방사선 촬영 및 디지털 영상 제작

방사선 사진은 예비촬영을 통하여 0.25초의 적정노출시간을 먼저 결정하였다. 각 단계의 병소를 형성한 후 70kVp, 10mA, 관구-피사체거리 12인치로 #2 E-speed Plus 필름과 Image Plate (Digora, Soredex Medical Systems, Hensinki, Finland)에 알미늄 step wedge를 부착시켜 0.06, 0.12, 0.25초로 촬영하였다. 세 종류의 병소당 세 종류의 조사시간으로 각 하악당 9장 씩 모두 180장을 촬영하여 각각 자동현상 및 스캐닝하였다.

간접 디지털 영상은 E-speed Plus 방사선사진을 CCD 카메라와 Image-pro image processing system을 사용하여 디지털화하였으며 저노출의 디지털 영상은 대조도와 흑화도 조절, edge enhancement를 통한 영상증강을 시행하였다.

3) 평가방법 및 분석

가. 조사시간과 골 결손 크기에 따른 판독능 비교

각 병소는 아래의 기준에 따라 2명의 치과방사선 전공자가 논의하여 판독하여 평균 및 표준편차를 구하고 분산분석을 시행하였다. 판독시 간접 디지털 영상은 14인치 모니터상에서, Digora 영상은 8배 확대 영상으로 판독하였다.

그리고 골 결손의 존재가 분명히 인지되는 판독기준 1, 2로 민감도를 산출하였다.

판독의 기준

- 1 : 골 결손이 분명하게 관찰되는 경우
- 2 : 골 결손의 존재가 인정되는 경우
- 3 : 골 결손의 관찰이 모호한 경우
- 4 : 골 결손의 관찰이 어려운 경우

5 : 골 결손이 관찰되지 않는 경우

나. 조사시간에 따른 판독능 변화 비교

각 영상군에서 조사시간 변화에 따른 판독능을 분산분석법을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과

가. 조사시간과 골 결손 크기에 따른 판독능

조사시간과 골 결손 크기에 따른 판독능은 표 1, 민감도는 표 2와 같으며 분산분석 결과는 표 3과 같다.

해면-피질 경계부의 병소는 피질골내 결손을 형성하지 않은 소병소는 모든 촬영법에서 관찰되지 않았으며, 1mm 깊이까지 골결손을 형성한 대병소에서는 모든 노출시간에서 거의 대부분 관찰할 수 있었다. 대병소에서 가장 높은 판독능을 보인 항목은 적정노출의 E-speed Plus 방사선사진으로 간접 디지털 영상과는 유의성있는 차이를 나타내었으나($p < 0.05$), Digora와는 유의성있는 차이를 보이지 않았다.

해면골내에 국한된 병소는 대부분 관찰되지 않았으나 대병소에서 일부 관찰되었는데, 이 경우 Digora가 가장 높은 판독능을 나타내었으며 E-speed Plus 방사선사진과 간접 디지털 영상과의 유의성있는 차이를 보였다($p < 0.05$).

나. 노출시간에 따른 판독능 변화 비교

각 영상군에서 노출시간 변화에 따른 판독능을 분산분석법을 이용하여 분석한 결과 E-Plus 방사선사진 및 간접 디지털 영상에서는 대부분 유의성있는 차이를 나타내었으나($p < 0.05$), Digora 영상에서는 유의성 있는 차이를 보이지 않은 항목이 많았다(Table 4).

Table 1. Detectability of periapical defects in E-Puls film, digitized and Digora images
(Mean±S.D.)

Lesion Size	Exposure time(0.06sec)			Exposure time(0.12sec)			Exposure time(0.25sec)		
	E-Plus	Digitized	Digora	E-Plus	Digitized	Digora	E-Plus	Digitized	Digora
Small	4.9±0.3	5.0±0.0	4.6±0.5	4.6±0.5	4.6±0.5	4.4±0.5	4.5±0.7	4.6±0.5	4.5±0.5
Junction Medium	3.8±0.4	3.9±0.6	2.5±0.5	2.4±0.5	2.2±0.4	2.0±0.0	1.9±0.3	2.2±0.4	2.0±0.5
Large	2.1±0.3	2.1±0.3	1.5±0.5	1.5±0.5	1.6±0.5	1.4±0.5	1.3±0.5	1.6±0.5	1.4±0.5
Small	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0
Medium Marrow	5.0±0.0	4.9±0.3	4.3±0.5	4.9±0.3	4.7±0.5	4.2±0.4	4.7±0.5	4.3±0.7	4.3±0.7
Large	4.3±0.5	4.5±0.5	3.1±0.7	4.1±0.6	3.8±0.6	2.6±0.5	3.1±0.6	2.7±0.5	2.4±0.5

Table 2. Sensitivity of E-Plus film, digitized and digital imaging for periapical defects

Lesion Size	Exposure time(0.06sec)			Exposure time(0.12sec)			Exposure time(0.25sec)		
	E-Plus	Digitized	Digora	E-Plus	Digitized	Digora	E-Plus	Digitized	Digora
Small	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Junction Medium	0.0	0.0	0.5	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0
Large	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Small	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Medium Marrow	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Large	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.1	0.3	0.6

IV. 고찰

일반 방사선촬영법은 상의 질이 좋고 비용이 저렴하여 현재까지 널리 사용되어오고 있다. 그러나 치의학분야에서 컴퓨터 기술의 이용은 고질의 영상³⁴⁾, 넓은 노출관용도^{35,36)}, 감소된 방사선 피폭량^{18,19,37)}, 그리고 짧은 영상처리시간등의 장점이 있다. 새로운 영상법의 등장으로 기존 방사

선사진과의 해상능, 판독능을 비교하는 많은 연구가 있었다^{27,29,36-41)}.

본 연구에서 해면-피질 경계부의 골 결손 판독에서 가장 다양한 결과를 보인 항목은 피질골 내 0.5mm 깊이의 결손을 형성한 중병소였다. 중병소에서는 노출시간에따른 변화나 영상법에 따른 판독능이 다양하게 나타났으며, 각 영상법의 비교에서 적정노출의 E-speed 필름-Digora image, Digitized-Digora image 항목을 제외하

Table 3. Comparison of detectability in E-Plus film, digitized and Digora images according to exposure time

Lesion Size	Exposure time(0.06sec)			Exposure time(0.12sec)			Exposure time(0.25sec)		
	E-Plus	E-Plus	Digitized	E-Plus	E-Plus	Digitized	E-Plus	E-Plus	Digitized
	vs. digitized	vs. Digora	vs. Digora	vs. digitized	vs. Digora	vs. Digora	vs. digitized	vs. Digora	vs. Digora
Small	*	*	*	-	-	-	-	-	-
Junction Medium	*	*	*	*	*	*	*	-	-
Large	*	*	*	*	-	-	*	-	-
Small	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medium Marrow	*	*	*	*	*	*	*	*	-
Large	*	*	*	*	*	-	*	*	*

(ANOVA test, $p < 0.05$)

Table 4. Comparison of detectability in E-Plus film, digitized and Digora images according to exposure time

Lesion size	E-Plus	Digitized	Digora
Small	*	*	*
Junction Medium	*	*	*
Large	*	-	-
Small	-	-	-
Medium Marrow	*	*	-
Large	*	*	-

(ANOVA test, $p < 0.05$)

고는 모두 통계학적으로 유의성있는 차이를 나타내었다. 이는 피질골 파괴가 이루어지는 초기 병소에서는 노출시간, 영상법등에 따라 판독능 차이가 크게 나타남을 의미하며, 본 결과에서는 저노출의 경우 Digora image가, 적정노출의 경우

E-speed 필름과 Digora가 유사하게 좋은 결과를 보였다.

피질골내에 골 결손이 없는 해면-피질 경계부의 소병소와 해면골내 병소의 판독은 E-speed 필름, 간접 디지털 영상, Digora 영상 모두에서

거의 불가능하였다. 그러나 이중 Digora에서는 해면골내 대병소는 어느 정도 관찰되었으며, 간접 디지털 영상에서도 소수지만 관찰가능한 경우가 있었다. 반면, 필름상으로는 극히 관찰하기 어려웠는데, 이것은 골 결손이 해면골내에 형성되었을 때 골소주의 불연속성이 나타나며, 이것으로 병소의 존재를 추정하게되는데, 이 골소주의 불연속성은 작은 크기의 필름보다는 큰 화면으로 관찰할 때 훨씬 용이하게 판독되기 때문이다. 대부분의 연구결과¹⁻⁷⁾에서 해면골내의 병소는 관찰 불가능하다고 보고하고있는데, 본 연구결과도 이와 유사하였지만 병소가 큰 경우 골소주의 추적이 병소의 파악에 유리하리라 생각하며, 확대된 상태로 판독하는 것이 도움이 될 것 같다. Van der Stelt⁷⁾는 피질골내의 병소는 골소주의 변화없이 방사선 투과상만을, 해면-피질 경계부는 방사선 투과상없이 골소주의 변화만을 나타내며, 해면골내의 골량이 너무 적어서 아무런 변화도 나타내지 않는다고 보고하였다. 그러나 본 연구 결과 해면골내에 국한된 병소일지라도 충분한 크기의 병소가 형성되었을 경우에는 골소주의 변화를 관찰할 수 있었다. 또한 실제 병소인 경우는 치근단에 염증이 있을 경우 치조백선의 파괴, halo형성, 그리고 골 경화등이 일어나 진단이 가능한 경우도 있다. Pitt Ford⁹⁾는 개의 치근단 질환의 연구에서 피질골의 파괴가 꼭 방사선학적 병소의 판독에 필수조건은 아니라고 보고하였으며, Lee 등⁴²⁾도 해면골내 실제 병소와 같이 치조백선의 파괴와 주위골 경화를 형성하였을 때 약 80%의 병소를 방사선학적으로 확인할 수 있었다고 보고하였다.

Svenson 등⁴³⁾은 진단평가에 있어서 노출이 약 25%, 병소의 깊이가 약 80%의 영향을 미친다고 보고하였다. 본 연구에서 노출시간의 영향을 평가하였을 때 E-speed 필름과 간접 디지털 영상은 저노출에서 상당한 판독능 감소를 보였다. 반면 Digora 영상은 해면-피질 경계부의 소, 중병소에서만 유의성있는 차이를 보였다. 여러 문헌^{36,41,42)}에서 보고하는 바와 같이 Digora는 E-

speed 필름에 비하여 넓은 노출관용도를 가지며, 환자의 방사선 피폭량을 40-50%까지 감소시킬 수 있다^{36,42)}고 한다. Digora의 pixel size는 71x71 μm 로 5-6 lp⁻¹의 해상력을 가지는데 비하여 E-speed film은 6-10 lp⁻¹를 가지는 것으로 보고되지만, 판독능은 비슷하거나 오히려 높은 것으로 보고되고있다^{40,42)}.

본 연구결과 해면-피질 경계부의 작은 병소나 해면골내의 병소의 감별이 아직 용이하지 않지만 향후 영상처리기술의 발달이나 공제 기법이 발달한다면 초기 치근단 병소의 판독도 가능하리라 생각한다.

V. 결론

본 연구는 병소의 조기 관찰이 어려운 해면골내와 해면-피질골 경계부의 치근단 병소에 대한 E-Plus 방사선사진, 간접 디지털 영상 그리고 Digora 영상과의 판독능을 평가하기위하여 시행되었다. 병소의 크기는 소(1.0×0.8mm²), (1.4×1.1mm²), (2.8×2.2mm²)였으며, 해면-피질골 경계부 병소는 피질골내로 각각 0, 0.5, 1.0mm깊이까지 연장되었다.

그 결과는 다음과 같다.

1. 해면-피질 경계부의 병소중 가장 높은 판독능을 보인 항목은 피질골내 1mm 깊이까지 형성된 대병소에 대한 적정노출의 E-speed Plus 방사선사진으로 간접 디지털 영상과는 유의성있는 차이를 나타내었으나(p<0.05), Digora와는 유의성있는 차이를 보이지 않았다.
2. 해면골내에 국한한 병소는 대부분 관찰되지 않았으나 대병소의 간접 디지털 영상과 Digora 영상에서 일부 관찰되었다. 적정노출의 Digora가 가장 높은 판독능을 나타내었으며 E-speed Plus 방사선사진과 간접 디지털 영상과의 유의성있는 차이를 보였다(p<0.05).

3. 민감도 평가에 있어서 해면-피질골 경계부의 병소는 피질골내로 병소가 연장된 중, 대병소에서는 모든 촬영법에서 0.9-1.0으로 높게 나타났다. 해면골내의 병소는 대병소만 소수 관찰되었는데, 적정노출의 Digora에서 가장 높은 0.6을 나타내었다.
4. 노출시간에 따른 판독능 변화 비교에서 E-Plus 방사선사진 및 간접 디지털 영상에서는 대부분 유의성있는 차이를 나타내었으나 ($p < 0.05$), Digora 영상에서는 해면골내 병소간에는 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다.

References

1. Bender IB, Seltzer S : Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone : II. J Am Dent Assoc 62:708-716, 1961.
2. Regan JE, Mitchell DF : Evaluation of periapical radiolucencies found in cadavers. J Am Dent Assoc 66:529-33, 1962.
3. Ramadan AE, Mitchell DF : Roentgenographic study of experimental bone destruction. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 15:934-943, 1962.
4. Wengraf A : Radiologically occult bone cavities : an experimental study and review. Br Dent J 117:532-536, 1964.
5. Schwartz SF, Foster JK : Roentgenographic interpretation of experimentally produced bony lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 32:606-612, 1971.
6. Leff GS, Schwartz SF, Del Rio CE : Xeroradiographic interpretation of experimentally induced jaw lesions. J Endodon 10:188-198, 1984.
7. Van der Stelt PF : Experimentally produced bone lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 59:306-312, 1985.
8. Shoha RR, Dowson J, Richards AG : Radiographic interpretation of experimentally produced bony lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 38:294-303, 1974.
9. Pitt Ford TR : The radiographic detection of periapical lesions in dogs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 57:662-667, 1984
10. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP : Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 68:238-242, 1989.
11. Horner K, Shearer AC, Waker A, Wilson NHF : RadioVisioGraphy; an initial evaluation. Br Dent J 168:244-248, 1990.
12. Nelvig P, Wing K, Welander U : Sens-A-Ray : a new system for direct digital intraoral radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 74:818-823, 1992.
13. Molteni R : Direct digital dental x-ray imaging with Visualix/VIXA. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 76:235-243, 1993
14. Scarf WC, Farman AG, Kelly MS : FlashDent : an alternative charge-coupled device/scintillator-based direct digital intraoral radiographic system. Dentomaxillofac Radiol 23:11-17, 1994.
15. Farman AG, Scarf WC, Schick DB, Rumack PM : Computed dental radiography : evaluation of a new charge-coupled device-based intraoral radiographic system. Quintessence Int 26:399-404, 1995.
16. Hassfeld D, Klug D, Merkle K, Ziegler C

- : First experience with the new Siemens digital intraoral radiographic system (abstract). *Dentomaxillofac Radiol* 24:93, 1995
17. Wenzel A, Gröndahl HG : Direct digital radiography in the dental office. *Int Dent J* 45:65-73, 1995.
 18. Miles DA : Advances in dental imaging : Imaging using solid-state detectors. *Dental Clinics of North America* 37:531-540, 1993.
 19. Wenzel A, Hintze H : Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatment filters for detectability of dental disease. *Dentomaxillofac Radiol* 22:131-134, 1993
 20. Gröndahl HG, Gröndahl K : Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 55:208-213, 1983
 21. Webber RL, Ruttiman E, Gröndahl HG : X-ray image subtraction as a basis for assessment of periodontal changes. *J Perio Res* 17:509-511, 1982.
 22. Rethman M, Ruttiman U, O'Neal R et al. : Diagnosis of bone lesions by subtraction radiography. *J Periodontol* 56:324-329, 1985.
 23. Nicopoulou-Karayianni K, Brägger U, Bürgin W et al. : Diagnosis of alveolar bone changes with digital subtraction images and conventional radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 72:251-256, 1991.
 24. Ørstavik D, Farrants G, Wahl T et al. : Image analysis of endodontic radiographs : digital subtraction and quantitative densitometry. *Endod Dent Traumatol* 6:6-11, 1990.
 25. Hidebolt CF, Vannier MW, Pilgram TK et al. : Quantitative evaluation of digital dental radiograph imaging systems *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 70:661-667, 1990.
 26. Wenzel A : Effect of image enhancement for detectability of bone lesions in digitized intraoral radiographs. *Scand J Dent Res* 96 : 149-60, 1988.
 27. Yokota ET, Miles DA, Newton CW, Brown CE Jr : Interpretation of periapical lesions using radiovisiography. *J Endodontics* 20 : 490-494, 1994.
 28. Tirrell BC, Miles DA, Brown CE Jr, Legan JJ : Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging. *Journal of Endodontics* 22 : 74-78, 1996.
 29. Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M : Diagnostic accuracy of direct dental radiography for the detection of periapical bone lesions. Overall comparison between conventional and direct digital radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 82 : 344-350, 1996.
 30. Farman AG, Avant SL, Scarfe WC et al. : In vivo comparison of Visualix-2 and Ektaspeed Plus in the assessment of periradicular lesion dimensions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 85 : 203-9, 1998.
 31. Stassinakis A, Brägger U, Stojanovic M, Bürgin W, Lussi A, Lang NP : Accuracy in detecting bone lesions in vitro conventional and subtracted direct digital imaging. *Dentomaxillofac. Radiol.* 24 : 232-237, 1995.

32. 이곤, 이상래 : Digital radiography를 이용한 치근단X선사진의 판독능에 관한 실험적 연구. 대한구강악안면방사선학회지 22 : 117-126, 1992.
33. 오필교, 김재덕 : 디지털 방사선 촬영술을 이용한 치근 흡수 판독에 관한 실험적 연구. 대한구강악안면방사선학회지 25:375-384, 1995.
34. Kogutt MS, Jones JP, Perkins DD : Low dose digital computed radiography in pediatric chest imaging. AJR 151:775-779, 1988.
35. Kangaroo H, Boechar MI, Barbarric Z et al. : Two year clinical experiance with a computed radiography system. AJR 151:605-608, 1988.
36. 고지영, 박창서 : Digora에서 노출시간의 변화가 근관치료용 file의 침부식별에 미치는 영향. 대한 구강악안면방사선학회지 27 : 55-67, 1997.
37. Vandre RH, Cruz CA, Pajak JC : Comparison of four direct radiographic systems with film for endodontic length determination, Dentomaxillofac Radiol 24:92, 1995.
38. Lim KF, Loh EEM, Hong YH : Intra-oral computed radiography-an in vitro evaluation. J Dentistry 24 : 359-364, 1996.
39. 도정주, 김은경 : 직접 디지털 방사선 촬영시스템과 Ektaspeed 및 Ektaspeed Plus 필름을 이용한 방사선 사진용 디지털 영상시스템과의 비교 연구. 대한구강악안면방사선학회지 25 : 51-65, 1995.
40. Luostarinen T, Tammissalo T, V h talo K, Tammissalo E : Comparison of intra-oral digital and film radiography for diagnosis of periapical bone lesions. Dentomaxillofac. Radiol. 24 : 92-3, 1995.
41. Borg E, Gröndahl HG : Endodontic measurements in digital radiographs acquired by a photostimulable, storage phosphor system. Endod Dent Traumatol 12 : 20-24, 1996.
42. Lee SJ, Messer HH : Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. International Endodontic Journal 19 : 64-72, 1986.
43. Svenson B, Welander U, Anneroth G, Söderfeldt B : Exposure parameters and effects on diagnostic accuracy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 78 : 544-50, 1994.

-ABSTRACT-

Detectability of Ektaspeed Plus Film, Digitized and Digora Images for Artificial Periapical Bone Lesions

Bong-Hae Cho, Kyung-Soo Nah*, Hee-Joo Lee**

Department of Dental Radiology, Department of Operative Dentistry**, College of Dentistry Pusan National University*

The comparative detectability of the artificial periapical defects among Ektaspeed Plus film, digitized and digora images was evaluated. The artificial defects were made in the cancellous bone and cancellous-cortical junction with the size of $1.0 \times 0.8 \text{mm}^2$, $1.4 \times 1.1 \text{mm}^2$ and $2.8 \times 2.2 \text{mm}^2$. The defects in cancellous-cortical junction extended into cortical bone with the depth of 0, 0.5 and 1.0 mm.

The results were as follows :

1. In junctional defects Ektaspeed Plus film for $2.8 \times 2.2 \text{mm}^2$ defect showed the highest detectability. But significant difference were only found between Ektaspeed Plus films and digitized images ($p < 0.05$).
2. Almost all defects within cancellous bone were not detected except a few digitized and Digora images for the size of $2.8 \times 2.2 \text{mm}^2$. Digora images for them showed significant differences with Ektaspeed Plus films and digitized images ($p < 0.05$).
3. The sensitivity of all imaging modalities were 0.9 or 1.0 in junctional defects for the size of $1.4 \times 2.2 \text{mm}^2$ and $2.8 \times 2.2 \text{mm}^2$.
For cancellous defects, Digora image showed the highest sensitivity of 0.6 for the size of $2.8 \times 2.2 \text{mm}^2$.
4. Significant differences for change of exposure time were found in most group of Ektaspeed Plus films and digitized images ($p < 0.05$). But there was no significant differences in Digora images for cancellous defects.

Key words : Periapical, Digital, Digora