

근관장 측정에서 방사선 사진술의 정확도

연세대학교 치과대학 치과방사선학 교실

조은영 · 박창서

I. 서 론

성공적인 근관치료를 위해서는 치근단 조직의 손상없이 완전하고 정확한 기계적, 화학적 근관형성으로 근관장까지 근관충전재를 밀폐되도록 충전시켜야 한다.²⁾ 이러한 근관치료행위에 동반되는 근관의 세정, 삼차원적 형성 및 충전의 과정에 있어서 정확한 근관장의 결정은 필수적인 단계이다.^{3,4)} 근관장의 결정은 1970년대 후반까지는 주로 치근단 방사선사진과 손가락의 촉감에 의하여 결정하였으나³⁾ 그 이후에 치근단 방사선사진을 이용한 근관장 측정 방법을 보완한 전자 근관장 측정기가 개발되어 사용되어지고 있다^{5,6,7)}.

근관치료시에 치근단 방사선사진의 적용은 치아의 경조직과 치근단 주위 구조물의 진단에 도움을 주고 치근과 치근관의 형태, 크기, 위치 및 수를 확인하며 기구를 삽입해야 할 근관내의 길이를 결정하게 하였다.^{8,9,10)} 또한 치근단 방사선사진은 근관치료 과정중에는 삽입시킨 기구의 위치 확인에 도움을 주었고 근관치료가 끝난 후의 충전 상태를 평가하는 데에도 쓰여졌다.²⁾

손가락의 촉감에 의한 근관장 결정 방법은 근

관내에 기구를 삽입하면서 근단공이라고 느끼게 되는 위치에서 정해지는데 이는 술자의 경험적인 기술에 의해 정확도가 다르기 때문에 오차가 많이 생길 수 있다.¹¹⁾ 그러나 이 방법은 각각의 치아의 정상적인 근관장을 참고로 하거나, 근관치료전에 촬영되어진 방사선사진상에서의 측정치에 의하여 근관장의 결정에 도움을 얻을 수 있고 기구를 삽입하면서 근첨부를 과도하게 넘어서는 순간 환자의 동통이나 민감도에 의해서 근단공의 위치를 간접적으로 확인할 수 있다.^{2,3)}

근관장의 결정을 위해 새롭게 개발되어진 전자 근관장 측정기라는 장치는 처음으로 Sunada에 의해서 소개되어졌는데⁵⁾ 이것은 Suzuki에 의해서 치근막과 치아 사이에 전기저항의 차이를 발견한 원리를 기초로 하여 개발된 것이다⁶⁾. 그 후에도 많은 전자 근관장 측정기가 만들어졌으며 이의 장점으로 근관장 측정시간을 50%까지 줄일 수 있으며 치근파절, 천공 등의 상태를 인지할 수 있는 장점이 있으나 근관내에 전해질이 존재할 때 잘못 인지될 수 있는 단점을 가지고 있다^{12,13,14,15)}. 이의 단점을 보완하여 Ushiyama 등은 전해질 내의 전압의 차이를 이용한 새로운 장치를 개발하였는데 이것은 근협착부의 위치를 인지하는 방법이다.⁷⁾

최근에 치근단 방사선사진의 단점들을 보완

접수일 : 1998년 6월 30일
채택일 : 1998년 7월 14일

하여 개발되어진 구내 디지털 영상법들이 많이 소개되어져있는데 이는 방사선 필름 또는 고품상 태의 전자장치인 감지기에 의해서 얻어지게되며¹⁶⁾ 가장 흔히 사용되어 온 것은 Charged Couple Device(CCD)를 이용한 것이고 다른 감지기로서는 Image Plate(IP)를 사용하는 방법이 있다. CCD는 Mouyene에 의해 처음 소개된 Radio VisioGraphy(RVG)(Trophy Radiologie, Toulouse, France)¹⁷⁾와 임상에서 처음으로 사용되어진 Sens-A-Ray(Regam Medical Systems AB, Sundsvall, Sweden)¹⁸⁾가 있으며 이는 구강 내에 직접적으로 디지털 영상법을 적용시킨 것이다. 근래에는 디지털 영상법중에서도 IP를 사용하여 구내 방사선사진 촬영법에 적용하려는 시도가 활발하게 진행되고 있는데 이러한 구내 디지털 영상처리기인 Digora[®] system(Soredex, Orion, Ltd., Finland)은 영상의 흑화도와 대조도를 자동적으로 조절할 수 있을 뿐 아니라 계조도(gray-scale level)의 측정, 특정부위 거리 및 각도 측정 등의 다양한 기능이 있어 임상에 편리하게 응용할 수 있는 장점이 있다^{19,20)}. 또한 이 방사선사진에 있어서 흑화도나 계조도의 조절은 필름의 형태 변화를 평가하는데 가장 중요한 요소로서 연구자들은 항상 최소의 방사선 노출량으로 최적의 흑화도와 대조도를 찾아 진단의 정확성을 얻고자 하며 환자의 노출시간을 줄이려는 노력으로 필름의 감광속도를 빠르게 하면서도 이에 동반되는 상의 질이 저하되는 것을 막고 더욱 좋은 상을 만들려고 노력하고 있다^{19,21,22)}.

지금까지 디지털 영상법에 대해 연구한 보고에 의하면 Mol 등은 치근단 병소를 진단하는데 있어서 디지털 영상 분석 방법에 대하여 연구하였고²³⁾, Welander 등은 디지털 영상의 해상능에 대하여 연구를 하였다^{20,24)}. Fujita 등은 치근단 방사선사진을 디지털 영상화하면 전체적인 대조도가 향상되어 보다 나은 상을 얻을 수 있으며^{25,26)} Wenzel은 교합면 치아 우식증에 있어서의 디지털 영상의 진단능에 대해 연구한 결과, 강조 영상 처리를 시행하면 진단 정보의 손실없이 판

독이 용이하여 환자에 있어서의 노출량을 감소시킬 수 있다고 하였다^{27,28)}. 또한 Hintze 등은 인접면 초기 치아 우식 병소의 디지털 영상의 회색조 변화시 나타나는 효과를 보고하기도 하였다²⁹⁾. 이외에도 국내의 연구로는 치근단 방사선사진의 디지털 영상의 판독능³⁰⁾, videodensitometry법에 대한 연구^{31,32)}, 치조골의 정량적 변화를 측정하기 위하여 Digital Subtraction Radiography를 이용한 연구³³⁾, 치근단 병소의 진단에 간접 디지털 영상의 영상 강조 기법을 평가하기도 하였다³⁴⁾. 그리고 인접면의 치아 우식증, 치근 흡수 및 치근 이개부 병소의 판독에 있어서의 디지털 영상의 진단능을 연구하기도 하였다^{35,36,37,38,39,40)}.

지금까지 근관장 결정에 있어서의 방사선사진술의 정확도를 평가한 연구는 많지 않았으며 그 중에서도 실측정치와의 비교로 정확도를 확인한 연구와 실제로 임상에서 쓰이고 있는 등각촬영법을 적용시켜서 평행촬영법과 비교한 보고는 없었다. 본 연구의 목적은 근관장 결정에 있어 Digora[®] 시스템과 치근단 방사선사진에서 각각 시행된 등각촬영법과 평행촬영법의 정확성을 비교 분석하여 확인해 보고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

가. 연구 재료

교정치료를 목적으로 연세대학교 치과대학병원 교정과에 내원한 환자의 발거한 단근치인 제 1, 2소구치 30개를 대상으로 하였으며 실험치아는 표준 구내 방사선사진상에서 치근단 병소나 우식, 금속 충전물이 없는 건전한 치아만을 포함시켰다.

나. 연구 방법

1. 치아 블록 제작

발거한 치아는 5.25% 차아염소산 나트륨에 약 30분간 보관하여 치근면의 조직잔사를 제거하여 보관해 두었다가 건전한 각각의 소구치에

번호를 매겨서 치아의 교합면을 바닥에 평행하게 삭제하여 둔다.

골소주의 형태가 재현될 수 있는 아크릴 레진 가루와 석고의 비율을 1:1로 섞어서 $3.5 \times 2.0 \times 1.5$ cm의 일정한 블록의 크기를 만들어서 한 블록당 치아를 3개씩 일정한 간격을 두어 치아의 장축이 바닥에 수직이 되도록 하여 백아범랑 경계까지 매몰시켰다.

임상적인 방법과 동일하게 access opening을 시행하여 근관을 확인한 후 단근치의 소구치에서 Initial Apical File (IAF)로 가장 흔히 사용되어 지는 25번 K-file로 근단부로 느껴지는 지점까지 근관내로 삽입한다. 그리고나서 rubber stop을 교합면에 접촉시킨 후 file이 움직이지 않도록 접착제로 고정한다.

2. 방사선사진 촬영법

연조직의 밀도를 재현하기 위하여 레진 블록의 두께에 대한 기준을 레진과 석고를 섞은 블록과 아크릴 레진판의 두께를 합한 밀도가 일반적으로 치근단 방사선사진상을 위해 소구치 촬영에 사용되는 노출시간(0.25초)에 상응하는 밀도를 보이는 2.0 cm의 두께의 판을 제작하여 각 촬영시에 12-inch long cone의 전방에 위치시켜 노출시간 0.25초로 촬영하였다.

(1) Digora® 시스템

Digora® 시스템은 416×560 pixels, 35×45 mm 크기의 성인용의 IP를 일회용 플라스틱 백을 씌워서 사용하였고 평행촬영법(Fig. 2)과 등각촬영법(Fig. 3)의 원리에 맞추어 설계한 실험상에서 각각 촬영되어진 IP상은 레이저 스캐너로 스캐닝하였다. 컴퓨터는 486DX기종을 사용하였으며 모니터는 17인치 컬러모니터로 1024×768 pixels, 256 색조를 나타낼 수 있었다.(Fig. 1)

Digora® 시스템의 프로그램중 가동 계조도 조정 프로그램을 이용하여 file 침부가 가장 잘 보이는 대조도와 밝기를 조절하여 고정시켰고 거리

와 각 측정 프로그램을 사용하여 길이를 측정하였다.

(2) 치근단 방사선사진 촬영

치근단 방사선사진 촬영은 감광도 E군인 Ektaspeed Plus(Kodak Co., Rochester, USA) 필름을 사용하였고 촬영 조건으로는 70 kVp, 7 mA, 초점크기가 0.7×0.7 mm이며 총여과가 1.5 mmAl인 구내 방사선 촬영기구(Heliudent MD, Siemens AG, Germany)를 사용하였다. Digora® 시스템의 IP와 E-speed 필름을 겹쳐두어 동일한 조건에서 평행촬영법(Fig. 2)과 등각촬영법(Fig. 3)으로 각각 촬영된 치근단 방사선사진은 구내 자동 현상기(Periomat, Durr Dental GmbH & Co., KG)에서 현상하여 각 치아의 블록 순서대로 mounter에 보관하여 분류하였다.

3. 길이의 측정

(1) 방사선사진상에서의 길이 측정

3인의 치과의사가 각각의 방사선사진상에서 file 침부로부터 치근단까지의 길이를 2회씩 측정 한 평균값을 기록하였다. 이 때 치근단 방사선사진상에서는 디지털 버니아 캘리퍼를 사용하여 0.1 mm 단위까지 반올림하여 기록하고 디지털 영상에서는 모니터에서 고정되어진 상에서 거리와 각 측정 프로그램을 사용하여 file 침부로부터 치근단까지의 길이를 측정하였다.

(2) 실제의 길이 측정

file 침부에서 치근단까지의 실제의 길이를 측정하기 위하여 치아의 장축에 가장 가까운 단면으로 절단하면서 file이 노출되는 단면상에서 10배의 배율로 고정시킨 현미경하에서 file 침부로부터 치근단까지의 길이를 측정하여 기록하였다(Fig. 4).

단면상의 실제의 길이는 1인의 치과의사가 절단하여 file 침부로부터 치근단까지의 거리를 2회씩 측정하여 평균한 값을 실제의 측정치로 결

정한다.

Ⅲ. 연구 성적

다. 평가 방법 및 통계 분석

1. 등각촬영법과 평행촬영법에서 Digora® 시스템과 치근단 방사선사진의 측정치간의 평균 오차 및 표준 편차의 비교를 위하여 다중 분석 방법을 이용하였다.
2. Digora® 시스템과 치근단 방사선사진에서 등각촬영법과 평행촬영법의 측정치간의 평균 오차 및 표준 편차의 비교를 위하여 다중 분석 방법을 이용하였다.
3. Digora® 시스템과 치근단 방사선사진에 따른 등각촬영법과 평행촬영법에서의 측정치와 실측치간의 평균 오차 및 표준 편차의 비교를 위하여 paired-t test로 유의성을 검정하였다.
4. 관찰자간의 신뢰도 평가 (Inter-observer reliability)
치근단 방사선사진과 Digora® 시스템 및 등각촬영법과 평행촬영법에서 측정된 3인의 치과의사간의 측정 범위를 구하였고, 관찰자간의 신뢰도 평가를 위해 다중 분석 방법을 이용하였다.

1. 등각촬영법과 평행촬영법에서 Digora® 시스템과 치근단 방사선사진의 측정치간의 평균 오차 및 표준 편차의 비교

등각촬영법에서 Digora® 시스템과 치근단 방사선사진의 측정치간의 평균 오차는 0.002 mm, 표준 편차는 0.341 mm로 통계학적인 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 또한 평행촬영법에서 Digora® 시스템과 치근단 방사선사진의 측정치간의 평균 오차는 0.007 mm, 표준 편차는 0.323 mm로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$) (Table 1 참조).

2. Digora® 시스템과 치근단 방사선사진에서 등각촬영법과 평행촬영법의 측정치간의 평균 오차 및 표준 편차의 비교

Digora® 시스템에서 등각촬영법과 평행촬영법간의 평균 오차는 -0.336 mm, 표준 편차는 0.472 mm로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 그리고 치근단 방사선사진에서도 등각촬영법과 평행촬영법간의 평균 오차는 0.328 mm, 표준 편차는 0.517 mm로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 2 참조).

Table 1. Comparisons of difference in measurements between Digora® system and Periapical radiography in the bisecting angle and paralleling technique

Technique	Method	Digora® vs Periapical radiography	
		ME ± SD	p-value
Bisecting angle technique		0.002 ± 0.341	NS
Paralleling technique		0.007 ± 0.323	NS

ME : average value of Mean Error

SD : Standard Deviation

NS : not significant, at paired-t test ($p > 0.05$)

Table 2. Comparisons of difference in measurements between Bisecting angle and Paralleling technique in the Digora® system and Periapical radiography

Method \ Technique	Bisecting angle vs Paralleling	
	ME ± SD	p-value
Digora® system	-0.336 ± 0.472	S
Periapical radiography	0.328 ± 0.517	S

ME : average value of Mean Error

SD : Standard Deviation

S : significant, at paired-t -test ($p < 0.05$)

Table 3. Comparisons of difference between the true value and measured value in the Bisecting angle and Paralleling technique according to each radiographic method

Method \ Technique	Digora® system		Periapical radiography	
	ME ± SD	p-value	ME ± SD	p-value
Bisecting angle	0.394 ± 0.471	S	0.396 ± 0.265	S
Paralleling	0.075 ± 0.417	NS	0.068 ± 0.256	NS

ME : average value of Mean Error

SD : Standard Deviation

S : significant, at paired-t -test ($p < 0.05$)

NS : not significant, at paired-t -test ($p > 0.05$)

3. Digora® 시스템과 치근단 방사선사진에 따른 등각촬영법과 평행촬영법에서의 측정치와 실측정치간의 평균 오차 및 표준 편차의 비교

Digora® 시스템의 등각촬영법에서의 측정치와 실측정치간의 평균 오차는 0.394 mm, 표준 편차는 0.471 mm로 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), 평행촬영법의 측정치와 실측정치간의 평균 오차는 0.075 mm, 표준 편차는 0.417 mm로 실측정치와 통계학적으로 유의한 차

이가 없었다($p > 0.05$). 치근단 방사선사진의 등각촬영법에서의 측정치와 실측정치간의 평균 오차는 0.396 mm, 표준 편차는 0.265 mm로 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), 평행촬영법의 측정치와 실측정치간의 평균 오차는 0.068 mm, 표준 편차는 0.256 mm로 통계학적인 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$) (Table 3 참조).

4. 관찰자간의 신뢰도 평가 (Inter-observer reliability)

3인의 관찰자간의 차이를 비교하기 위하여 다중 분산 방법을 이용한 결과 각 촬영술과 각 촬영법에서 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 또한 실측정치와 비교하여 얼마만큼의 신뢰도를 가지는지를 평가하기 위하여 paired-t test의 결과 마찬가지로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

IV. 고찰 및 총괄

근관치료시에 근관장의 정확도는 성공적인 근관치료를 좌우하는 필수적인 조건이다²⁴⁾. 또한 근관치료의 과정인 근관 형성과 근관 충전시에는 치근단 주위의 한계를 설정해 주어 과도한 기구 조작을 방지하고 치근단 조직의 손상없이 근관내의 이물질이나 괴사조직의 제거를 용이하게 해준다²⁴⁾. 근관장을 정의하는 기준이 되는 위치를 근침협착부라고 하여 해부학적으로 가장 좁은 근관 부위로 설명하고 있는데⁴²⁾ 이는 일반적으로 사용되어 온 방사선사진상에서는 확인할 수 없으므로 실제의 근관장과 일치하지 않을 수가 있다. 방사선학적인 근침부는 치근의 끝부분을 말하며 1984년에 미국의 근관치료학회에서는 근단공을 치근막과 인접한 치근면을 떠나는 지점이라고 정의하고 이는 백아-상아질 경계와 종종 일치한다고 하였다^{9,10)}. Kuttler 등에 의하면 해부학적 근침부에서 근침협착부까지의 거리를 측정한 실험에서 평균 0.5~0.7 mm라고 보고하였다⁴²⁾. 그리고 방사선사진은 삼차원적인 상을 이차원적인 평면상으로 보여주기 때문에 협설측으로의 근단공이 변이된 위치는 확인할 수가 없으므로 방사선사진상에서의 근관장은 치근단부에서 치근막강이 인지되는 근침부까지의 길이에서 1 mm를 짧게 하여 근관장으로 결정하게 된다²⁹⁾. 일반 치근단 방사선사진에서는 이렇게 다양한 위치의 근단공의 위치 때문에 오차가 생길 수 있으며 상의 변형, 주위 구조물과의 중첩, 많은 방사선 노

출량, 필름현상의 소요시간, 여러 부가적인 기구 및 시설들이 필요한 여러 가지 단점을 가지고 있다^{3,8,10)}.

최근에는 치근단 방사선사진의 단점들을 보완할 수 있는 방법으로서 디지털 방사선 촬영법이 개발되어 많이 소개되어 졌다. 이는 가시광선 또는 X선 범주에 있는 전자기 방사선에 예민한 감지기에 의해서 얻어지는 것으로 이러한 전자감지기는 크게 두 가지로 구분되어지는데 가장 일반적인 것은 CCD를 이용한 것이고 다른 한 형태는 IP를 필름대신에 사용하는 경우이다^{16,25,43)}.

이 중에서도 처음으로 구내 디지털 영상법으로 시도되어진 것으로 RVG가 소개되었으며 이의 단점은 감소된 해상능 및 방사선 필름과 비교시에 감소된 대조도에서 발견되어지는데 현재 방사선 필름의 해상능 20 line/mm보다는 훨씬 뒤떨어진 해상능을 보인다^{20,44)}. 최근에는 CCD를 이용한 구내 디지털 영상으로 Sens-A-Ray라는 디지털 시스템이 소개되었으며¹⁷⁾, Gendex Dental System (Moza, Italy)에서는 Visualix system을 소개하여²⁹⁾ 많은 연구가 진행되고 있다.

또한 IP를 사용하는 Digora[®] 시스템이 Tammissalo에 의해 고안되어 구내 디지털 영상 시스템으로 사용되고 있다⁴⁵⁾. Velders 등에 의하면 IP는 활용범위가 넓다는 장점을 가지며 일반 방사선사진의 노출시간을 10%까지 줄인 경우도 만족할 만한 결과를 얻었다고 보고하였다⁴⁶⁾. 반면 Sanderink 등에 의하면 근관치료시에 근관장의 결정에 있어서 다른 영상 시스템과 일반 방사선 필름을 비교해 본 결과, 일반 방사선 필름이 모든 디지털 시스템보다 우수한 결과를 보였다고 보고하였다^{47,48,49)}. 이러한 IP의 구외 촬영술의 응용은 Blanc 등에 의해서 디지털 IP의 높은 민감도 때문에 명백하게 노출량을 줄이면서 좋은 상을 얻을 수 있다는 것으로 보여주었고 디지털 파노라마와 측방 두부규격 촬영의 흡수선량은 일반적인 필름과 비교하여 흡수선량이 현저하게 줄었으며 파노라마 촬영법보다 측방 두부규격 촬영에

서 높았다고 하였다⁵⁰⁾.

Gröndahl 등은 구내 촬영법에 적용시킨 3가지의 디지털 영상 시스템인 Sens-A-Ray, Visualix, Digora[®] system을 비교하여 Digora[®] system이 다른 시스템보다 넓은 노출시간의 범위에서 좋은 상을 얻게 하고 높은 시간의 burn-out 현상에 영향을 받지 않았으며 작은 병소의 식별을 보여 주는데 가장 좋은 가능성을 갖고 있음을 보여주었다⁴⁶⁾. 한편 Borg 등의 실험에 의하면 Digora[®] system은 매우 낮은 노출시간에서도 바람직한 결과를 나타내므로 dynamic range를 갖는다고 하였다⁵¹⁾.

치근단 방사선사진 촬영법에 있어서는 평행촬영법과 등각촬영법으로 나뉘어지는데 술자들은 시각적으로 관찰하기 어려운 치아 구조를 필름에 정확히 재현하고자 하는 것이 궁극적인 목적이나 치아, 필름 및 X선 속을 적절히 배열하여 상의 크기와 형태 왜곡을 감소시킬 수 있는 촬영법이 개발되어 초기에 발전되어 아직도 사용되고 있는 방법이 등각촬영법(bisecting angle technique)이다¹⁾. 이는 Price 와 Cieszynski에 의해 각각 독립적으로 고안된 것으로 중심선이 치아와 필름 사이에 형성된 각을 이등분하는 가상선에 수직으로 향하게 되므로 필름 상에서 치아의 길이는 실제의 길이와 동일하게 된다는 원리를 이용한 것이다⁵²⁾. 평행촬영법(paralleling technique)은 McCormacks에 의해서 고안되었으며 Fitzgerald에 의해서 개선, 보편화된 방법으로 기본 원리는 필름을 치아 장축에 평행하게 위치되도록 등각촬영법에 비하여 상대적으로 초점과 필름간의 거리가 증가되며 중심 방사선이 치아와 필름에 직각으로 조사되는 것이다^{1,52)}. 그러나 실제로 임상에서는 평행촬영법시의 부가적인 기구, 노출시간 등의 단점으로 정확도가 높음에도 불구하고 등각촬영법이 쓰이고 있다.

최근의 연구에 의하면 Digora[®] 시스템과 치근단 방사선사진과 비교시에 file의 굵기와 노출시간이 file 침부의 식별능력에 영향을 준다고 하였는데 10번과 20번의 file에서, 0.01초의 짧은

노출시간에서 file 침부 식별능력이 우수하였으며 15번과 20번의 file을 사용할 경우 치근단 방사선사진 촬영시 노출시간의 4%까지 줄일 수 있다고 하였다⁵³⁾. 본 연구에서는 촬영법에 관계없이 Digora[®] 시스템과 치근단 방사선사진상을 비교해 본 결과 통계학적으로 유의한 차이가 없었고 두 방법간의 평균 오차가 비교적 적은 수치를 보여 매우 근접한 측정치를 가진다는 것을 알 수가 있었다. 이는 본 실험에서는 모든 조건을 동일하게 시행하기 위하여 같은 굵기인 25번 file을 사용하였고 노출시간 또한 임상적으로 소구치의 노출시간에 해당하는 0.25초에서 노출시켰기 때문에 평균 오차에 있어서 큰 차이가 나타나지 않은 것으로 여겨지며(Table 1) 임상에서는 실제 값을 알 수가 없기 때문에 두 촬영법간의 측정치를 비교 분석한 결과는 큰 의미가 있다고 할 수 있겠다.

한편 근관장의 결정에 있어서의 등각촬영법과 평행촬영법간의 정확도를 비교한 보고에 의하면 방사선사진상에서 방사선학적인 근첨부보다 file 침부가 짧게 나타난 경우를 실제의 근첨과 비교했을 때 등각촬영법에서는 33%, 평행촬영법에서는 20%에서 오히려 근첨부를 빠져 나간 것으로 나타나 두 가지 방법에서 모두 상의 변형 및 확대에 의한 오차가 생길 수 있으나 평행촬영법이 등각촬영법보다 더 정확하다는 것을 보고하였다⁵⁴⁾. 본 연구에서는 Digora[®] 시스템과 치근단 방사선사진에서 모두 등각촬영법과 평행촬영법간의 차이를 비교했을 때 통계학적으로 유의한 차이를 보였고(Table 2), 실측정치와의 비교시 평행촬영법에서 등각촬영법보다 더욱 정확한 결과를 보여 Digora[®] 시스템이나 치근단 방사선사진에서 근관장 결정시에 등각촬영법의 적용은 임상적으로 근관치료를 성공적으로 이끄는 데 장애 요소라고 볼 수 있으나 앞으로는 평행촬영법의 정확도를 활용하여 임상에서 유용하게 쓰여질 필요가 있다고 사료되었다(Table 3).

본 연구에서 행해진 각 촬영법과 실제 측정치간의 차이를 비교해 본 결과 Digora[®] 시스템과

치근단 방사선사진 촬영법의 각각의 등각촬영법에서는 실측정치와 통계학적으로 유의한 차이가 있었으나 평행촬영법의 경우는 Digora® 시스템과의 평균 오차는 0.075, 치근단 방사선사진과의 평균 오차는 0.068로 두 방법 모두에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었고, Digora® 시스템과 치근단 방사선사진을 비교해 본다면 치근단 방사선사진에서 평균 오차값이 적어 약간 우수하다고 볼 수 있었다(Table 3). 이전에 Gröndahl 등이 file 첨부에서 치근단공까지의 거리에 대한 길이 차이의 연구에 의하면 Digora® 시스템은 노출시간에 따라 영향을 받지 않아 매우 낮은 노출시간에서도 바람직한 결과를 나타내어 dynamic range를 가진다는 것을 보여주었다⁴⁵⁾.

Horner 등에 의해서 처음으로 RVG를 치근단 방사선사진과 비교해 본 결과, 노출시간을 59-77%까지 감소시킬 수 있고 상의 대조도와 밝기의 조절이 가능하다고 하였다¹¹⁾. Hedrick 등은 Trophy와 Regam system을 치근단 방사선사진과 비교하기 위해 근관장의 결정에 적용시켰는데 통계학적으로 치근단 방사선사진과 유의한 차이는 있었으나 단지 0.27mm의 오차를 보여 임상적으로 큰 의미가 없으므로 근관치료시에 적용시킬 수 있다고 하였다⁹⁾. 이에 본 연구에서는 같은 방법으로 Digora® 시스템을 치근단 방사선사진을 비교한 결과, 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았고(Table 1), 지금까지 알려져 온 디지털 영상법의 많은 장점을 고려해 볼 때 보다 더 우수한 영상법으로 임상에서 유용성을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 file의 굵기에 따른 측정능에 대해서 알아보지 못했지만 Sanderink 등은 10번과 15번 file을 사용하여 RVG, Visualix, Sens-A-Ray 및 Flash Dent system 등 4가지의 구내 디지털 방사선 시스템과 치근단 방사선사진을 비교한 결과에서 15번 file을 사용한 경우에는 RVG와 Sens-A-Ray가 치근단 방사선사진상과 유사한 결과를 얻었으나 10번 file을 사용했을 때는 4가지 시스템 모두 치근단 방사선사진상보다

정확도가 낮다는 것을 보여주었다⁴⁹⁾. 그러나 본 연구의 결과에서는 Digora® 시스템과 치근단 방사선사진상의 근관장 결정시의 정확도를 비교 분석한 결과, 이전의 연구와는 달리 정확도에 있어서 유의성있는 차이가 없다는 것을 알 수가 있었으므로 임상에서 쓰이고 있는 치근단 방사선사진에 대치하여 쓰일 수 있겠다. 이의 결과는 촬영시의 모든 조건을 동일하게 고정시켜 비교되었기 때문이라고 여겨지나 본 연구의 목적은 이미 알려져 있는 구내 디지털 영상 시스템의 장점을 알고자 한 것이 아니라 이의 장점을 가지고 있는 Digora® 시스템을 실제 임상적인 방법에 적용시켰을 때의 유용성을 치근단 방사선사진상과 비교하고자 한 것이었다. 또한 보다 더 정확한 근관장 결정을 보완하기 위한 방법으로서 평행촬영법을 일반적으로 쓰이고 있는 등각촬영법과 비교하여 그것의 정확도의 차이를 확인하고자하여 성공적인 근관치료를 위하여 평행촬영법이 유용하다는 것도 확인하게 되었다.

결론적으로 근관치료시에 Digora® 시스템과 일반 치근단 사진을 이용하여 근관장을 결정하는데 있어서 실제의 근관장과 통계학적으로 유의한 차이가 없어 방사선사진 촬영술의 정확도를 확인할 수 있었고 특히 최근에 연구가 활발히 진행되고 있는 Digora® 시스템은 여러 가지 장점으로 노출량의 감소, 즉각적인 상의 이용, 상의 확대 및 대조도와 밝기의 조절, 상의 저장 능력을 가지고 있으므로 일반 치근단 촬영법에 대치하여 임상에서 유용하게 쓰일 수 있는 방법으로 사료되었다.

V. 결 론

최근에 연구가 활발히 진행되고 있는 Digora® 시스템을 근관치료시의 근관장 결정에 있어서 적합성을 확인하고 치근단 방사선사진과 비교하고자 본 연구에서는 30개의 소구치의 근관에 25번 file을 위치시켜 동일한 조건하에서 촬영한

Digora® 시스템과 치근단 방사선사진상에서의 file tip에서 치근단까지의 거리를 3인의 관찰자가 측정하여 비교 분석하였다. 또한 등각촬영법과 평행촬영법으로 촬영된 Digora® 시스템과 치근단 방사선사진에서도 동일한 거리를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 등각촬영법에서 Digora® 시스템과 치근단 방사선사진의 측정치간의 평균 오차는 0.002 mm, 표준 편차는 0.341 mm로 통계학적인 유의한 차이가 없었고($p > 0.05$), 또한 평행촬영법에서도 Digora® 시스템과 치근단 방사선사진의 측정치간의 평균 오차는 0.007 mm, 표준 편차는 0.323 mm로 통계학적인 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).
2. Digora® 시스템에서 등각촬영법과 평행촬영법간의 평균 오차는 -0.336 mm, 표준 편차는 0.472 mm로 통계학적인 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), 치근단 방사선사진에서도 등각촬영법과 평행촬영법간의 평균 오차는 0.328 mm, 표준 편차는 0.517 mm로 통계학적인 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).
3. Digora® 시스템과 치근단 방사선사진에서 등각촬영법으로 시행한 측정치와 실측정치간에는 통계학적인 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), 평행촬영법의 측정치와 실측정치간에는 통계학적인 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

결론적으로, 각 촬영법 모두에서 Digora® 시스템과 일반 치근단 방사선사진의 측정치간에 통계학적으로 유의한 차가 없어 Digora® 시스템은 근관치료시의 근관장 결정에 있어서 치근단 방사선사진만큼 우수한 상을 얻을 수 있었고, Digora® 시스템과 치근단 방사선사진에서 평행촬영법으로 촬영된 측정치는 실측정치와 유의한 차이가 없었으므로 등각촬영법보다 평행촬영법으로 활

영시 실제의 근관장에 근접하여 성공적인 결과를 얻을 수 있었다. 또한 구내 디지털 영상처리의 장점으로 노출량의 감소, 즉각적인 상의 이용, 상의 확대 및 대조도와 밝기의 조절, 상의 저장 능력을 고려해볼 때 치근단 방사선사진에 대체되어 유용하게 쓰일 수 있는 방법이라고 사료되었다.

참 고 문 헌

1. Goaz, P.W. and White, S.C. : Oral Radiology, 3rd ed., 1994.
2. Ingle, J.I., Taintor, J.F. : Endodontics. Third edition, 169, Lea & Febiger.
3. Katz, A. et al. : Tooth length determination ; A review, Oral Surg., 72 : 238-242, 1991.
4. Matsunoto, T., Nagai, T. et al. : Factors Affecting successful prognosis of root canal treatment, J. of Endo., 13 : 239-242, 1987.
5. Sunada, I. : New method for measuring working lengths of root canal, J. Dent. Res., 42 : 375-378, 1962.
6. Suzuki, K. : Experimental study on iontophoresis, J. Jap. Stomatol. Soc., 16 : 411, 1942.
7. Ushiyama, J. : New principle and method for measuring the root canal length, J. Endo., 9 : 97-104, 1983.
8. Goldmann, M. et al : Reliability of radiographic interpretations, Oral Surg., 38 : 287-293, 1974.
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. Olson, A.K. et al. : The ability of the radiographic to determine the location of the apical foramen, International Endo.

- J., 24 : 28-35, 1991.
11. Seidberg, B.H. et al. : Clinical investigation of measured working length of root canal with an electronic device and with digital tactile sense, *J. Am. Dent. Assn.*, 90 : 379, 1975.
 12. Becker, G.J., Lankelma, P., Wesselink, P.R. : Electronic determination of root canal length, *J. Endo.*, 6 : 876-880, 1980.
 13. Blank, L.W., Tenca, J.I., Pelleu, G.B. : Reliability of electronic measuring devices in endodontic therapy, *J. Endo.*, 1 : 141-145, 1945.
 14. Huang, L. : An experimental study of the principle of electronic root canal measurement, *J. Endo.*, 13 : 60-64, 1987.
 15. Kobayashi, C., Suda, H. : New electronic canal length measuring device based on the ratio method, *J. Endo.*, 20 : 111-114, 1994.
 16. Miles, D.A. : Imaging using solid-state detectors, *Advanced in dental imaging, Dental Clinics of North America*, 37(4) : 531-540, 1993.
 17. Mouyen, F. et al : Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 68 : 238-242, 1989.
 18. 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.
 19. Welander, U. et al. : Basic technical properties of a system for direct acquisition of digital intraoral radiographs, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 75 : 506-516, 1993.
 20. 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.
 21. 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.
 22. Xandra, L. et al. : Dose reduction of two digital sensor systems measuring file lengths, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 81 : 607-612, 1996.
 23. 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.
 24. 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.
 25. Fujita, M. et al. : Digital image processing of dentomaxillofacial radiographs, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 64 : 485-493, 1987.
 26. Fujita, M. et al. : Digital image processing of periapical radiographs, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 65 : 490-494, 1988.
 27. Wenzel, A. : Effect of Image enhancement for detectability of bone lesions in

- digitized intraoral radiographs, *Scand. J. Dent. Res.*, 96 : 149-160, 1988.
28. Wenzel, A. et al. : Accuracy of caries diagnosis in digital images from charge-coupled device and storage phosphor system: an vitro study, *Dentomaxillofac. Radiology*, 24(4):250-254, 1995.
 29. 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.
 30. 이곤, 이상래 : Digital radiography를 이용한 치근단X선사진의 판독능에 관한 실험적 연구, *대한구강악안면방사선학회지*, 22(1) : 117-127, 1992.
 31. 박관수, 이상래 : 실험적으로 제작한 Videodensitometer의 디지털 영상처리와 임상적 적용에 관한 연구, *대한구강악안면방사선학회지*, 22(2) : 273-281, 1992.
 32. 유영선, 이상래 : Videodensitometry법을 이용한 X선사진의 흑화도와 대조도에 관한 연구, *대한구강악안면방사선학회지*, 22(2) : 293-302, 1992.
 33. 조형희, 김은경 : 방사선사진용 디지털 영상 시스템의 정량적 평가에 관한 실험적 연구, *대한구강악안면방사선학회지*, 24(1) : 137-145, 1994.
 34. 김성국, 김재덕 : 컴퓨터를 이용한 주요 치근단 병소의 방사선학적 진단에 관한 연구, *대한구강악안면방사선학회지*, 20(2) : 277-287, 1990.
 35. 권기정, 황의환, 이상래 : 디지털방사선촬영술을 이용한 인접면 치아우식증 진단에 관한 실험적 연구, *대한구강악안면방사선학회지*, 24(1) : 85-93, 1994.
 36. 김현, 정현대 : 모의 인접면 치아우식증병소의 진단을 위한 구내표준방사선사진과 디지털 영상의 비교, *대한구강악안면방사선학회지*, 24(2) : 279-288, 1994.
 37. 오봉현, 황의환, 이상래 : 디지털영상의 치근이개부 골손실 판독효과에 관한 실험적 연구, *대한구강악안면방사선학회지*, 25(2) : 363-372, 1995.
 38. 오필교, 김재덕 : 디지털 방사선 촬영술을 이용한 치근흡수 판독에 관한 실험적 연구, *대한구강악안면방사선학회지*, 25(2) : 375-384, 1995.
 39. 이건일, 유형근, 신형식 : 방사선사진과 디지털 영상에서 실험적 치근 이개부 병소의 감지도에 관한 연구, *대한구강악안면방사선학회지*, 25(2) : 99-106, 1995.
 40. 허민석, 유동수 : 인공적 인접면 치아우식증의 구내방사선사진과 디지털 영상의 진단능 평가, *대한구강악안면방사선학회지*, 24(1) : 439-449, 1994.
 41. Weine, F.S. : *Endodontic therapy* . Fourth edition, 295, Mosby.
 42. Kuttler, Y. : Microscopic investigation of root apices, *J. Am. Dent. Assn.*, 50 : 544-552, 1955.
 43. Kashima, I. et al. : Intraoral computed radiography using the Fuji computed radiography imaging plate, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 78 : 239-246, 1994.
 44. 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.
 45. Gr ndahl, 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.
46. Velders, X.L. et al. : The effect of different exposure times on the detectability of endodontic files in the new Digora[®] direct digital intraoral X-ray system, The proceeding of the 10th international congress of dento-maxillofacial radiol., 245-246, 1994.
 47. 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.
 48. 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.
 49. 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.
 50. 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.
 51. Burch, J.G., Hulen, S. : The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root, Oral Surg., 34 : 262-267, 1972.
 52. Bean, L.R. : Comparison of bisecting angle and paralleling methods of intraoral radiology, J. Dent. Educ., 33 : 441-445, 1976.
 53. 고지영, 박창서 : Digora[®]에서 노출시간의 변화가 근관치료용 file의 침부식별에 미치는 영향, 대한구강악안면방사선학회지, 27(1) : 55-71, 1997.
 54. Chunn, C.B., Zardiackas, L.D., Menke, R.A. : In vivo root canal length determination using forameter, J. Endo., 7 : 515-520, 1981.
 56. 도정주, 김은경 : 직접 디지털 방사선 촬영시스템과 Ektaspeed 및 Ektaspeed plus 필름을 이용한 방사선사진용 디지털 영상시스템과의 비교 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 25(1) : 51-67, 1995.

-ABSTRACT-

The Accuracy of the Radiographic Method in Root Canal Length Measurement

Eun-Young Jo, Chang-Seo Park

Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Yonsei University

For the successful endodontic treatment, root canal should be cleaned thoroughly by accurate mechanical and chemical canal preparation and sealed completely with canal filling material without damaging the periapical tissues. The accuracy of the root canal length measurement is a prerequisite for the success of the endodontic treatment, and the root canal length is often determined by the standard periapical radiographs and digital tactile sense.

In this study, the accuracy and the clinical usefulness of Digora[®], an intraoral digital imaging processor and the conventional standard radiographs were compared by measuring the length from the top of the file to the root apex.

30 single rooted premolars were invested in a uniformly sized blocks and No.25 K-file was inserted into and fixed in each canal. Each block was placed in equal distance and position to satisfy the principle of the bisecting angle and paralleling techniques and Digora[®] system's image and standard periapical radiographs were taken. Each radiograph was examined by 3 different observers by measuring the length from top of the file to the root apex and each data was compared and analyzed. The results were as follows:

1. In the bisecting angle technique, the average difference between the Digora[®] system and standard periapical radiograph was 0.002 mm and the standard deviation was 0.341 mm which showed no statistically significant difference between the two systems ($p > 0.05$). Also, in the paralleling technique, the average difference between these two system was 0.007 mm and the standard deviation was 0.323 mm which showed no statistically significant difference between the two systems ($p > 0.05$).
2. In Digora[®] system, the average difference between the bisecting angle and paralleling technique was -0.336 mm and the standard deviation was 0.472 mm which showed a statistically significant difference between the two techniques ($p < 0.05$). Also, in the standard periapical radiographs, the average difference between the bisecting angle and paralleling technique was 0.328 mm and the standard deviation was 0.517 mm which showed a statistically significant difference between these two techniques ($p < 0.05$).

3. In Digora® system and the standard periapical radiographs, there was a statistically significant difference between the measurement using the bisecting angle technique and the actual length($p < 0.05$). But there was no statistically significant difference between the measurement using the paralleling technique and the actual length($p > 0.05$).

In conclusion, the determination of the root canal length by using the Digora® system can give us as good an image as the standard periapical radiograph and using the paralleling technique instead of the bisecting angle technique can give a measurement closer to the actual canal length, thereby contributing to a successful result. Also, considering the advantages of the digital imaging processor such as decreasing the amount of exposure to the patient, immediate use of the image, magnification of image size, control of the contrast and brightness and the ability of storing the image can give us good reason to replace the standard periapical radiographs.

Key words : Root canal length measurement, Digora® system, Standard periapical radiograph, Bisecting angle technique, Paralleling technique, Intraoral digital image system

사진부도설명

Fig. 1. Digora® System

Fig. 2. Paralleling technique

Fig. 3. Bisecting angle technique

Fig. 4. Microscopic view of sectioned tooth with inserted file ($\times 10$)

사진부도

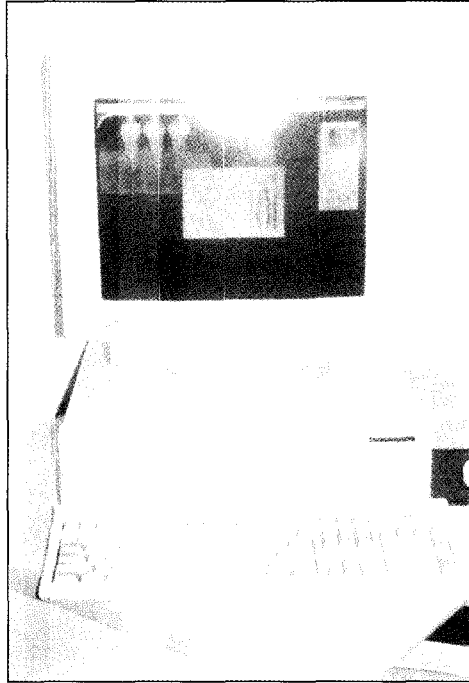


Fig 1

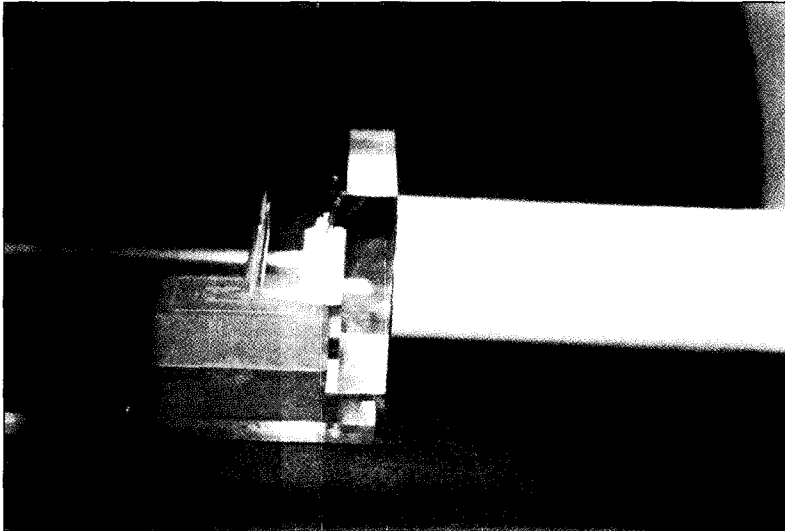


Fig 2

사진부도

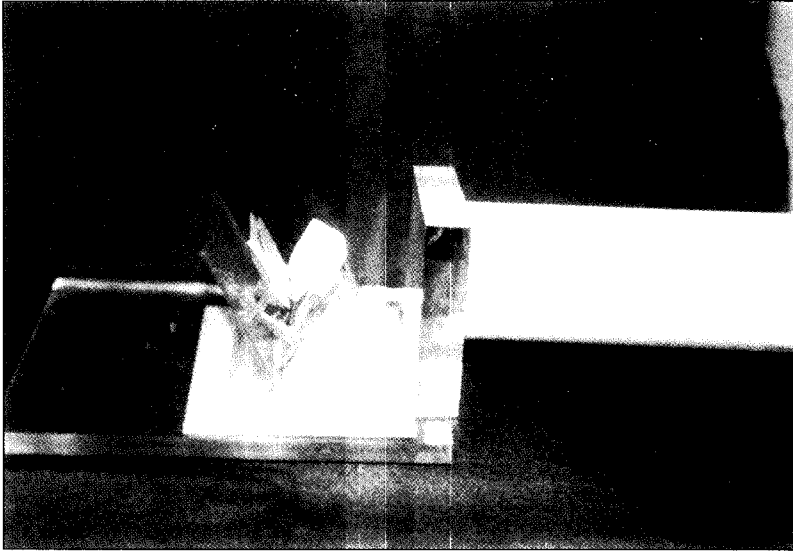


Fig 3

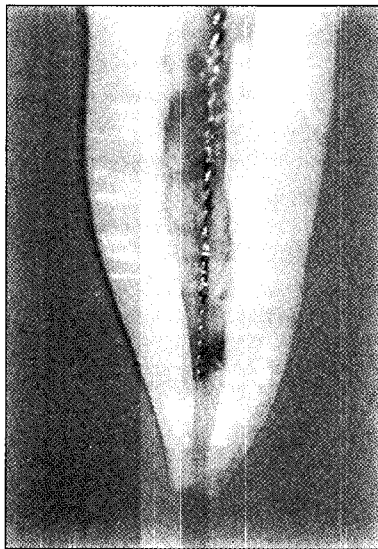


Fig 4