

## 치근이개부 천공부위에 대한 수중수복재의 치유효과에 관한 조직병리학적 연구

단국대학교 치과대학 치과보존학교실  
홍한표 · 홍찬의 · 신동훈

### Abstract

#### HISTOPATHOLOGIC STUDY OF FURCATION PERFORATIONS REPAIRED WITH SOME MATERIALS

Han-Pyo Hong, DDS, MS, Chan-Ui Hong, DDS, MS, PhD,  
Dong-Hoon Shin, DDS, MS, PhD

*Dept. of Conservative Dentistry, School of Dentistry, DanKook University*

Perforations especially in the furcations during endodontic treatment have notably detrimental effect on prognosis.

The purpose of this study was to compare radiographically and histologically the sealing ability and the tissue responses of amalgam, Ketac-Silver, IRM, Vitapex, and mineral trioxide aggregate(MTA) used to repair furcation perforations.

Thirty two experimental furcation perforations were created in the mandibular premolars of 6 mongrel dogs and immediately repaired with experimental materials. The animals were sacrificed after 16 weeks and radiographic and histopathologic results were evaluated.

The following conclusions were drawn within the limits of the experimental results :

1. All materials tested in this experiment revealed a certain degree of extrusion into the periodontal space.
2. Both amalgam and Ketac-Silver showed the greatest degree of inflammation and bone resorption( $p < 0.0001$ ). There was no significant difference between the amalgam and Ketac-Silver groups.
3. Both IRM and Vitapex showed a markedly milder degree of Inflammation and less bone resorption than amalgam or ketac-silver( $p < 0.00005$ ). both IRM and vitapex showed the same response.
4. MTA showed the least degree of inflammation and bone resorption( $p < 0.05$ ).

The results of this experiment indicate that among the different materials tested, MTA appeared to be the best material for sealing furcation perforations, although the radiographic

and histopathologic differences between the MTA and Vitapex groups were not statistically significant. But further studies with a larger sample are needed to have the exact conclusions.

## I. 서 론

근관치료 도중, 가끔 우발적인 사고가 발생하게 되며, 이러한 우발적인 사고중의 하나가 치근천공(root perforation)이다. 1961년 Ingle<sup>1)</sup>은 근관치료후 실패원인을 분석한 결과, 치근천공이 9.6%로 두번째로 많은 비율을 차지하고 있음을 보고하였고, 1967년 Seltzer 등<sup>2)</sup>은 3.5%의 실패율을 보고한 바 있다. 근관치료중 치근천공, 특히 치근이개부나 치경부 천공은 근관치료후 예후에 지대한 영향을 끼치게 된다. Seltzer 등<sup>3)</sup>, Frank<sup>4)</sup>, Sinai<sup>5)</sup>, Oswald<sup>6)</sup> 등은 치근이개부 천공이 발생시 천공부의 치주인대 및 골조직에 염증반응이 일어나 치주조직의 결손을 초래하게 되며 대부분의 경우 회복이 불가능하여 실패를 초래하게 된다고 보고하고 있다.

치근천공 수복후 주변 치주조직 반응에 대한 연구로 Bhaskar와 Rappaport<sup>7)</sup>, Jew 등<sup>8)</sup>, El-Deeb 등<sup>9)</sup>, Petersson 등<sup>10)</sup>, Himel 등<sup>11)</sup> 및 Bramante와 Berbert<sup>12)</sup>는 개를 사용하여, Seltzer 등<sup>3)</sup>, Beavers 등<sup>13)</sup> 및 Balla 등<sup>14)</sup>은 원숭이를 사용하여 실험하였고, Frank와 Weine<sup>15)</sup>, Harris<sup>16)</sup>, Sinai 등<sup>17)</sup>, Martin 등<sup>18)</sup>, Roane과 Benenati<sup>19)</sup> 및 Harbert<sup>20)</sup>는 환자에게 직접 수종의 수복재로 천공부위를 수복한 후 임상적인 관찰결과를 보고한 바 있다. 상기 연구자들의 연구결과 중 공통점은 치근단부나 치근중양부에 발생한 천공이 치경부나 치근이개부에 발생한 천공보다 예후가 양호하였다는 점이며, 또한 치근천공이 발생시 즉각적인 수복을 권장하고 있다.

치근천공시 수복의 궁극적인 목적은 천공 주위조직을 건전하게 유지시키거나 파괴된 조직을 재생시키는 것이며, 이러한 목적으로 Cavit<sup>8, 16)</sup>, 아연화-유지놀 시멘트<sup>12)</sup>, 은 아말감<sup>9, 14, 21-24)</sup>, 수산화칼슘<sup>12, 13, 15, 23, 24)</sup>, gutta-percha<sup>21, 23, 25)</sup>,

인산 시멘트<sup>25, 26)</sup>, glass ionomers<sup>24, 27, 28)</sup>, indium foil<sup>21, 29)</sup>, tricalcium phosphate<sup>11, 14, 17)</sup>, hydroxylapatite<sup>14, 19)</sup> 등 많은 재료가 소개, 사용되어 왔으나 이상적인 재료는 아직 없는 것으로 보고되고 있다. 이 중에서는 은 아말감(이하 아말감)이 많은 단점이 있음에도 불구하고 현재까지도 최적의 수복재로 권장, 사용되고 있는 실정이다.

최근 미국 Loma Linda 치과대학에서 개발한 mineral trioxide aggregate(MTA)는 원래 치근단 역충전재로 사용할 목적으로 개발된 재료로, 주 구성성분이 tricalcium silicate, tricalcium aluminate, tricalcium oxide 및 silicate oxide이며 화학적, 물리적 성질을 높이기 위해 소량의 다른 oxide들을 첨가한 재료이다. 이 재료는 외관상 건축용 시멘트와 유사한 색상과 분말크기를 가지고 있으며 특징적인 점은 건축용 시멘트와 마찬가지로 물과 혼합하여 경화시킨다는 점이다. Torabinejad 등<sup>30)</sup>은 이 재료를 치근단 역충전재로 사용한 결과 치근단 폐쇄효과가 아말감이나 아연화-유지놀 시멘트계인 SuperEBA보다 우수하였다고 보고한 바 있으며, Torabinejad 등<sup>31)</sup>은 역충전 와동내에 혈액이 존재하는 상태에서도 MTA의 치근단 폐쇄효과가 우수하였다고 보고하였다. 또한 Lee 등<sup>32)</sup>은 발거한 대구치에 인위적으로 측방 치근천공을 유발시킨 다음 아말감, IRM 및 MTA로 천공부를 충전한 결과 MTA의 천공벽 폐쇄효과가 가장 우수하였다고 보고하였다. 그러나 MTA에 대한 위의 연구들은 발거한 치아에서 행한 실험결과이기 때문에 실제 임상결과와 항상 일치하지는 않으며, 또한 재료의 독성여부를 판단할 수 없는 단점이 있다.

따라서 본 실험의 목적은 치근이개부 천공 부위에 대한 수종 수복재의 천공벽 폐쇄효과 및 생체친화력을 비교, 평가하고자 성견의 소구치 치경부 치근에 인위적으로 천공을 유발

시키고 아말감, IRM, Ketac-Silver, Vitapex 및 MTA로 천공부를 수복한 다음 천공주위조직에 대한 방사선학적, 조직병리학적 반응을 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험을 위해 평균체중 20kg 정도의 성견 (mongrel dog) 6마리의 제 2, 3, 4소구치 중, 총 32개의 소구치를 실험대상으로 하였으며 천공부에 대한 수복재료로 아말감(Bestaloy, 동명치재, 한국), Ketac-Silver(ESPE, Seefeld/Overby, Germany), IRM(The L.D.Caulk division, Dentsply International Inc., DE, USA), Vitapex(Neo Dental Chemical Products Co., Tokyo, Japan) 및 MTA(Loma Linda Univ., CA, USA)를 사용하였다.

### 2. 실험방법

실험동물을 Ketamine hydrochloride(Ketalar, 유한양행, 한국)를 근육주사하여 진정시킨 다음, pentobarbital sodium(Nembutal, Abbott Lab, USA)을 kg당 0.3ml씩 정맥주사하여 전신 마취를 시행하였으며, 실험치아의 교합면을 diamond bur로 편평하게 삭제하였고 고속주행용 #4 round bur를 사용하여 근관외동을 개방하였다. 치수조직을 발수한 다음 통법에 의해 근관형성을 시행하였고 5% 차아 염소산 나트륨 용액으로 근관을 세척하였으며, 근관 충전은 Ultrafil(Hygenic Corp, USA)을 사용한 주입 gutta-percha 법으로 완료하였다. 치근이

개부에 천공을 유발시키기 위해 저속주행용 #2 round bur를 사용하여 원심치근 이개부에서 약 2mm 하방에 근심쪽으로 완전히 지혈시키고 근관외동을 건조시킨 다음 각각의 실험재료로 천공부를 즉시 충전하였으며, 각 실험군 및 대조군은 다음과 같으며 각 실험군당 6개씩의 치아와 대조군으로 2개의 치아를 배정하였다 (Table 1 참조).

A군: 아말감군으로 천공부를 아말감으로 수복한 다음 근관외동을 아말감으로 가봉하였다.

B군: Ketac-Silver군으로 천공부를 Ketac-Silver로 수복한 다음 근관외동을 아말감으로 가봉하였다.

C군: IRM군으로 천공부를 IRM으로 수복한 다음 근관외동을 아말감으로 가봉하였다.

D군: Vitapex군으로 천공부를 Vitapex로 수복한 다음 근관 외동을 MTA로 가봉하였다.

E군: MTA군으로 천공부를 MTA로 수복한 다음 근관외동을 아말감으로 가봉하였다.

F군: 대조군으로 천공부를 면구로 충전한 다음 근관내를 실험기간 동안 지속적으로 오염시키기 위해 근관외동을 gutta-percha로 가봉하였다.

천공부위 및 근관외동을 수복한 다음 방사선촬영을 시행하여 천공 및 수복여부를 확인하였고, 16주 후 실험동물을 마취하여 다시 방사선촬영을 시행하였다. 실험부위의 조직표본을 제작하기 위해 실험동물을 희생시켜 하악골을 절단한 다음, 즉시 10% buffered formalin용액으로 고정하였으며, 조직표본 제작은 두가지 방법으로 시행하였다. 골조직 흡수정도를 관찰하기 위하여 고정된 조직을 3일간 Vil-

Table 1. Distribution of teeth in the groups

Group	Experimental Conditions	No. of Teeth
A	Repaired with amalgam	6
B	Repaired with Ketac-Silver	6
C	Repaired with IRM	6
D	Repaired with Vitapex	6
E	Repaired with MTA	6
F	Repaired with cotton(Control)	2

lanueva 골 염색용액에 침전시킨 후 탈수과정을 거쳐 Spurr 레진에 포매하였다. 저속 회전톱 (Extec Labcut 1010 Low Speed Diamond Saw ; Excell Technologies, Inc., Enfield, CT) 을 사용하여 약 500  $\mu\text{m}$  두께로 절편을 제작한 다음 사포와 다이아몬드 연마지를 이용하여 10~30 $\mu\text{m}$  두께가 되도록 연마하였다. 또한 천공수복 후 수복재 주변의 염증상태 및 조직반응을 관찰하기 위하여 고정된 조직을 5% 질산용액에서 15일간 탈회한 다음 통법에 의한 파라핀 포매를 시행하였고, 4  $\mu\text{m}$  두께의 절편을 제작하여 H-E 및 Masson's trichrome(MT) 염색을 시행하였다.

### 3. 평가방법

실험결과에 대한 방사선학적 평가는 EIDeeb 등<sup>9)</sup>의 방법을 수정하여 사용하였고, 조직병리학적인 평가는 EIDeeb 등<sup>9)</sup>과 Aquirre 등<sup>21)</sup>의 방법을 참고하여 평가하였으며 평가점수는 다음과 같다.

가. 방사선학적 평가 :

0도 ; 천공수복재 주위에 골조직 흡수가 전혀 없는 경우

1도 ; 천공수복재 주위에 1mm 미만의 골조직 흡수를 보이는 경우

2도 ; 천공수복재 주위에 1-2mm 정도의 골조직 흡수를 보이는 경우

3도 ; 천공수복재 주위에 2mm 이상의 골조직 흡수를 보이는 경우

나. 조직병리학적인 평가 :

0도 ; 천공수복재 주위에 골조직 흡수와 염증세포의 침윤이 전혀 존재하지 않는 경우

1도 ; 골조직 흡수와 염증세포의 침윤이 천공수복재 주위에 국한되어 존재하는 경우

2도 ; 골조직 흡수와 염증조직이 치근길이의 1/3정도 파급된 경우

3도 ; 골조직 흡수와 염증조직이 치근길이의 1/3이상 파급된 경우

실험결과에 대한 통계학적 분석을 위해 One-way ANOVA 및 Scheffe F-test 분석법을 사용하였다.

## II. 실험결과

### 1. 방사선학적 결과

본 실험에 대한 방사선학적 결과는 Table 2 및 Fig. 3, 4와 같다.

면구로 천공부를 충전하고 근관와동을 gutta-percha로 가봉한 대조군의 경우, 2개 표본 모두 천공부 주변에 3도 이상의 심한 골조직 흡수 양상을 보였고(Table 2) 이러한 골조직 흡수는 천공부 뿐만 아니라 치근이개부 및 반대편 치근부까지 파급되어 있는 양상을 보였으며 천공부측의 치근에 외흡수도 보였다(Fig. 2, 4의 제2소구치).

아말감으로 충전한 군은 6개 표본중 4개 표본에서 3도의 심한 골조직 흡수상과 나머지 2개 표본에서 2도의 골조직 흡수상을 보였으며(Table 2) 치근흡수 양상은 보이지 않았다. 3도의 골조직 흡수상을 보인 4개 표본은 모두 천공부 뿐만 아니라 치근이개부 및 반대편 치근부까지 골조직 흡수가 파급되어 있는 양상을 보여(Fig. 2, 4의 제4소구치), 전반적으로 가장 불량한 결과를 나타냈으나( $p < 0.0001$ ) Ketac-Silver 충전군과 유의한 통계학적 차이는 없는 것으로 나타났다.

Ketac-Silver 충전군은 6개 표본중 4개 표본에서 3도의 심한 골조직 흡수상과(Fig. 1, 3의 제4소구치) 나머지 2개 표본에서 2도의 골조직 흡수양상을 보였고(Table 2) 치근흡수는 보이지 않아 아말감 충전군과 같은 불량한 결과를 나타냈다.

IRM 충전군의 경우는 6개 표본중 5개 표본에서 1도의 비교적 경미한 골조직 흡수상과 나머지 1개 표본에서 2도의 흡수상을 보였고 치근흡수는 보이지 않았다(Table 2 및 Fig. 2, 4의 제3소구치). 전반적으로 경미한 골조직 흡수양상을 나타내 아말감이나 ketac-Silver 충전군보다 통계학적으로 양호한 결과를 보였으나( $p < 0.0001$ ), MTA 충전군보다는 불량한 결과를 나타냈으며( $p < 0.0005$ ), Vitapex 충전군과는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

Vitapex 충전군은 6개 표본중 2개 표본에서 전혀 골조직 흡수상을 보이지 않았고 나머지

Table 2. Radiographic bone resorption after 16 weeks

Materials	Score of Bone Resorption			
	0	1 (Mild)	2 (Moderate)	3 (Severe)
Amalgam			2	4
Ketac-Silver			2	4
IRM		5	1	
Vitapex	2	4		
MTA	4	1		
Control				2

Table 3. Extent of inflammation after 16 weeks

Materials	Score of Inflammation			
	0	1 (Mild)	2 (Moderate)	3 (Severe)
Amalgam			1	5
Ketac-Silver			2	4
IRM		4	2	
Vitapex	1	4	1	
MTA	3	2		
Control				2

4개 표본은 1도의 비교적 경미한 흡수상을 보였으며, 치근흡수 양상은 보이지 않았다(Table 2 및 Fig. 1, 3의 제2소구치). 전반적으로 경미한 골조직 흡수양상을 나타낸 아말감이나 Ketac-Silver 충전군보다 통계학적으로 양호한 결과를 보였으나( $p < 0.0001$ ), IRM이나 MTA 충전군과는 유의한 차이를 나타내지 않았다.

MTA로 충전한 군의 경우는 5개 표본중 4개 표본에서 전혀 골조직 흡수상을 보이지 않았고 나머지 1개 표본은 1도의 비교적 경미한 골조직 흡수상을 보였으며, 치근흡수 양상도 보이지 않았다(Table 2 및 Fig. 1, 3의 제3소구치). 본 결과는 아말감, Ketac-Silver 및 IRM 충전군보다 통계학적으로 양호한 결과를 보였으며( $p < 0.0005$ ), 외견상 Vitapex보다 양호하게 보였으나 통계학적 검증 결과 Vitapex와는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편, MTA 충전군중 1개 표본에서 3도의 골조직 흡수상을 보였고 이러한 골조직 흡수가 치근이개부 및

반대편 치근부까지 과급되어 있는 양상을 보였으나 조직학적 관찰결과, MTA에 의한 병소 발생이 아니고 근관외동 형성중 부주의에 의해 인지하지 못한 또 다른 이개부 천공이 발생하였고 이 부위로부터 발생한 병소로 판명되어 본 방사선학적 결과에서는 제외하였다.

또한 모든 실험군에서 정도의 차이는 있으나 모두 재료가 과충전된 모습을 보였다.

## 2. 조직병리학적 결과(광학 현미경적 소견)

본 실험에 대한 조직병리학적 결과는 Table 3 및 Fig. 5-16과 같다.

대조군 :

면구로 천공부위를 매우고 근관외동을 실험 기간 동안 개방시켜 둔 치아로 천공부 주변으로 광범위한 골조직 흡수 및 심한 염증세포의 침윤을 관찰할 수 있었고, 치근이개부 골조직 흡수와 더불어 상피조직의 형성을 관찰할 수 있었다. 또한 천공 직하방의 치근이 흡수된

모습도 관찰되었다(Fig. 5, 6).

아말감 충전군 :

Fig. 7은 레진 포매후 연마한 표본으로 아말감이 치주조직내로 과도하게 충전된 모습과 수복재 주위로 광범위한 골흡수를 보였으며 치근이개부까지 파급된 모습을 보였다. 병소부와 정상 골조직과의 경계부에 신생혈관의 출현과 결체조직의 형성을 관찰할 수 있었으나 신생골의 재생은 보이지 않았다. 또한 천공직하부의 치근에 미약하나마 치근흡수 현상도 보였다. Fig. 8은 파라핀 포매한 MT 염색표본으로 아말감이 있었던 하부와 반대편 치근부까지 3도의 광범위한 염증반응 및 골흡수 양상을 보이나, 정상 골조직과의 경계부에서 미약하나마 신생골의 형성도 관찰되고 있다. 또한 천공직상부와 직하부의 치근에 치근흡수 현상도 보였다. 본 실험군의 경우 총 6예중 상기와 3도의 염증반응을 보이는 예가 5예로 나타나(Table 3) Ketac-Silver 충전군과 함께 가장 불량한 결과를 보였다( $p < 0.0001$ ).

Ketac-Silver 충전군 :

연마 표본 소견으로는 Ketac-Silver 주위로 아말감의 경우와 유사하게 광범위한 골조직 흡수 및 치근흡수 현상을 보이며, 상방으로 치근이개부까지 골조직 흡수가 파급되어 있었다. 또한 치근이개부로의 상피조직 전이도 관찰되었다. 그러나 정상 골조직과의 경계부에서 결체조직과 신생혈관의 형성을 관찰할 수 있었으며, 아말감 군과는 달리 신생골이 형성되고 있음이 명확하게 관찰되었다(Fig. 9). 파라핀 포매표본의 경우 Ketac-Silver가 있었던 하부에 광범위한 염증반응 및 골조직의 결손이 심하였으며 큰 공동이 형성되어 있었고 여기에 혈구세포와 염증세포가 침윤되어 있는 양상을 보였다. 천공 직하부의 치근면이 흡수되고 있는 모습도 보였다(Fig. 10). 본 실험군의 경우 상기와 같은 3도의 심한 염증반응을 보이는 예가 4례, 2도의 염증반응을 보이는 예가 2례로 나타나 전반적으로 아말감 충전군과 유사한 소견을 보였으며(Table 3) 통계학적으로 두 군간에 유의한 차이를 발견할 수 없었다.

IRM 충전군 :

연마 표본 소견으로는 IRM이 치주조직내로 과충진된 모습을 보였고 아말감이나 Ketac-Silver 군보다는 경미한 골조직 흡수를 보였으나, 치근이개부까지는 골흡수가 진행되지 않았음을 관찰할 수 있었다. 역시 정상 골조직과의 경계부에 왕성한 신생혈관의 출현을 보였다(Fig. 11). 파라핀 표본의 MT염색상에는 IRM이 있었던 하부에 2도의 염증반응 및 골조직 흡수와 염증조직내에 미약한 염증세포의 침윤을 관찰할 수 있었다(Fig. 12). 본 실험군의 경우 상기와 같은 2도의 염증반응을 보이는 예가 2례, 1도의 경미한 염증반응을 보이는 예가 4례로 나타나(Table 3) 아말감이나 Ketac-Silver 충전군보다 양호한 결과를 보였으나( $p < 0.0005$ ), MTA 충전군보다는 불량한 결과를 보였고( $p < 0.05$ ), Vitapex 충전군과는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

Vitapex 충전군 :

연마 표본에서는 천공상부 및 주변에 중등도의 골조직 흡수상을 보이나 치근이개부는 정상 골조직을 유지하고 있었다. 우측 경계부에서 신생골의 명확한 재생현상을 보이며 염증조직은 별로 보이지 않았다(Fig. 13). 파라핀 표본에서는 재료주변에 경미한 염증반응이 존재함을 관찰할 수 있으며 천공부위에 골흡수가 일어났다가 신생 골조직이 재료주변으로 형성되고 있는 양상을 보였다. 또한 천공상방과 하방으로 미약하나마 치근과 골조직간에 유착현상이 보이며 치근흡수는 보이지 않았다(Fig. 14). 본 실험군의 경우 상기와 같은 경미한 염증반응을 보이는 예가 4례, 전혀 염증반응을 보이지 않는 예와 중등도의 염증반응을 보이는 예가 각각 1례로 나타나(Table 3) 아말감이나 Ketac-Silver 충전군과는 양호한 결과를 보였다( $p < 0.0001$ ). 그러나 IRM이나 MTA 충전군과는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

MTA 충전군 :

Fig. 15는 연마 표본으로써 재료의 과충진을 관찰할 수 있으며, 재료와 골조직 경계부에 골흡수나 염증조직이 보이지 않고 재료가 골조직과 적합되어 있는 양상을 보였다. 파라핀

표본에서는 재료주변으로 약간의 염증세포와 다수의 신생혈관이 관찰되었고 재료와의 경계 부위에는 확인되지 않은 무구조성 구조물과 접하고 있었다. 그외 건전 결합조직이나 정상 골조직이 근접하고 있는 부위도 있었으며, 골 조직의 흡수현상이나 치근의 흡수양상도 관찰할 수 없었다(Fig. 16). 본 실험군의 경우 전혀 염증반응을 보이지 않는 예가 3례, 1도의 경미한 염증반응을 보이는 예가 2례로 나타나 아말감, Ketac-Silver 및 IRM 충전군보다 양호한 결과를 보였고(각각  $p < 0.0001$ ,  $p < 0.0001$ ,  $p < 0.05$ ) 의견상 Vitapex보다 양호한 결과를 보였으나 통계학적 검증 결과, Vitapex 충전군과는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

이상의 실험 16주후의 방사선학적 및 조직 병리학적 결과를 종합해 보면, 아말감과 Ketac-Silver 충전군은 두 군간에 유의한 차이없이 실험군 중에서 가장 불량한 예후를 보였고, 그 다음으로 IRM과 Vitapex 충전군이었으며 MTA 충전군의 경우가 가장 양호한 예후를 보였다.

#### IV. 총괄 및 고안

치근이개부나 치경부에 천공의 발생은 주로 근관외동이나 근관입구 또는 post space를 형성할 때 bur, file, 혹은 Gates-Glidden drill의 방향을 치근과 평행하게 위치시키지 않거나 과도하게 사용하는 경우에 발생하게 되며, 석회화된 근관입구를 찾는 과정에서도 일어나게 된다. 치근천공이 발생시 천공시 치주인대의 손상정도, 천공의 크기 및 위치, 수복시기, 파충전 유무, 수복재의 천공벽 폐쇄효과 및 생체친화력 등이 치료후 예후에 직접적인 영향을 미치게 된다<sup>3-10, 12-16, 22-28, 33</sup>. 이 중에서 천공의 위치가 예후에 가장 지대한 영향을 미치는 바, 치근천공이 치은열구에 근접한 치경부 1/3에 존재할 때 주변 치주조직의 점진적 파괴를 유발시킨다. 이런 경우, 가장 팔복할만하게 관찰되는 점은 천공부위로부터 염증이 치주인대 공간을 따라 구강내쪽으로 파급되어 결국 치주인대 및 주변 골조직을 파괴시킨다는 점이다. 이렇게 파급된 염증은 상부의 열구상피에 영

향을 미쳐 열구상피의 치근단 이동과 상부치조골의 소실을 가져오게 된다. 이때 주변 결합조직에 의해 방어를 시도하나 결국은 진행된 치주염 및 농양의 발생을 초래하여 결과적으로 치아의 상실을 초래하게 되기도 한다. 그러나 천공부위가 치근 중앙부에 존재할 때는 명확한 치유반응이 나타나게 된다. 이런 경우 주변 골조직과 치주인대가 천공시 발생하는 파괴적 염증반응에 대해 적절한 방어벽 역할을 담당하여 염증이 치유되는 동안 치주인대의 구조를 유지시켜 궁극적으로 섬유조직 형성에 의한 치유를 유도한다. 따라서 이상의 결과로 볼 때, 천공부의 위치가 치유에 지대한 영향을 미치게 되며 치근단으로 내려갈수록 예후는 좋아지게 된다<sup>3, 5, 6, 8-10, 13, 14, 16, 24, 26, 33</sup>. Jew 등<sup>8)</sup>은 천공부의 위치가 치은열구에 가까울수록 치주조직의 파괴가 심하게 나타나고, 수복여부에 관계없이 열구상피의 증식을 초래하여 회복가능성을 방해하며 천공부위가 치은열구에서 멀리 떨어진 경우는 천공부를 수복하지 않은 경우에서도 양호한 예후를 나타냈다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 치근이개부 하방 2mm에 근심방향으로 천공을 시킨 이유는 임상에서 근관형성시 file이나 Gates-Glidden drill에 의해 자주 천공이 발생되고, 수복후 불량한 예후를 보이는 부위이기 때문이다.

천공의 크기에 대해 Petersson 등<sup>10)</sup>은 천공의 크기가 크면 수복재로 천공부를 완벽히 폐쇄시키기가 힘들며, 따라서 자극원들이 계속 천공부로 침투하여 주변 치주조직 및 골조직을 파괴시킨 치주낭을 형성시키고, 형성된 치주낭으로부터 역으로 자극원들이 천공부로 들어와 천공부에 지속적인 염증을 유발시킨다고 보고한 바 있다. 따라서 본 실험에서는 크기가 비교적 작은 저속용 #2 round bur를 사용하여 천공을 유발시켰으며 가능한 천공의 크기를 균일화시키고자 노력하였다.

한편, 수복재의 선택도 많은 영향을 미치는 바, 폐쇄효과가 우수하면서 생체친화력이 좋은 재료로 수복할수록 성공가능성은 그만큼 증가한다<sup>13, 14, 24</sup>. 치근이개부에 천공이 발생시 수복재료로는 몇몇 재료를 제외하고는 대부분 치근단

역충전재로 사용하여 결과가 우수한 재료들이 통상 사용된다. 천공수복재에 대한 동물실험 및 임상연구를 고찰해 보면, Benenati 등<sup>22)</sup>은 임상관찰 결과 아말감이 warm gutta-percha를 수직가압한 경우보다 효과가 우수하였다 하였고 Harris<sup>16)</sup>는 수년간의 임상관찰 결과 Cavit이 89.3%의 성공률을 보였다 하여 Cavit의 사용을 권장하였으며, Martin 등<sup>18)</sup>은 수산화칼슘의 사용을 권장하였으나 ElDeeb 등<sup>9)</sup>과 Himel 등<sup>11)</sup>은 수산화칼슘이 천공주위 골조직에 중등도 내지 심한 염증을 야기시킨다고 보고한 바 있다. 또한 Himel 등<sup>11)</sup>과 Sinai 등<sup>17)</sup>은 tricalcium phosphate의 사용을 권장하였다.

현재 천공수복재로 가장 널리 사용되고 있는 아말감은 취급이 용이하고, 방사선 불투과성이 우수하며, 비교적 생체독성이 적으며, 기간이 경과함에 따라 부식산물이 생성되어 폐쇄효과를 증진시킨다는 등의 장점을 가지고 있다. 반면 부식에 의한 독성 금속이온의 방출과 수은의 독성이 문제가 되기도 한다.<sup>34)</sup> 최근 Aguirre 등<sup>21)</sup>은 성견 소구치의 치근이개부에 천공을 유발시키고 아말감과 gutta-percha로 수복한 다음 관찰한 결과 두 재료 모두 양호한 치유를 보였다 하였고, Maher 등<sup>35)</sup>은 아말감이 IRM보다 양호한 조직반응을 보였다 하였으며, Olsen 등<sup>36)</sup>은 아말감과 IRM을 토끼의 골내에 이식하고 조직반응을 관찰한 결과 두 재료간에 별다른 차이없이 56일후 완전한 치유를 보였다 하여 아말감의 양호한 생체친화력에 대해 보고한 바 있다. 본 실험에서 아말감 군의 경우 대부분 아말감이 치주조직내로 과도하게 충전된 모습과 수복재 주위로 광범위한 골조직 흡수 및 심한 염증반응을 보였고, 또한 천공부의 치근에 미약하나마 외흡수 현상도 보였다. 이 결과는 본 실험에 사용된 재료 중에서 Ketac-Silver와 함께 가장 불량한 것으로 나타나( $p < 0.0005$ ) 다수의 보고들<sup>21, 35, 36)</sup>과 상반된 결과를 나타냈는 바, 이것은 재료자체의 차이, 과충전<sup>5, 6, 15)</sup> 및 불량한 근관벽 폐쇄효과<sup>5, 7, 8)</sup> 때문에 기인된 것이 아닌가 사료된다.

본 실험에서 사용한 Ketac-Silver는 생체친화력이 우수한 것으로 알려진 glass ionomer에

은가루를 혼합한 silver-containing glass ionomer(SGI) 시멘트의 일종이다. 일반적으로 glass ionomer 시멘트는 치질과 화학적 결합을 하여 폐쇄효과가 우수하고<sup>37)</sup>, 불소이온을 함유하고 있어 우식에 대한 예방효과가 좋으며, 생체친화력이 우수한 것으로 보고되고 있다<sup>37-40)</sup>. 은가루가 포함된 SGI 시멘트는 경화시간이 짧고, 방사선 불투과성이며, 조작이 용이하고, 기본적으로 glass ionomer의 장점을 가지고 있어 최근에 들어와 치근단 역충전재 및 치근이개부 천공수복재로 자주 사용된다. Inoue 등<sup>41)</sup>은 SGI 시멘트인 Miracle Mix를, Pissitis 등<sup>34)</sup>, Schwartz와 Alexander<sup>42)</sup> 및 Alhadainy 등<sup>43)</sup>은 Ketac-Silver를 치근단 역충전재로 사용한 결과 아말감보다 치근단 폐쇄효과가 우수하였다고 보고한 바 있으나, King 등<sup>44)</sup>은 아말감, SuperEBA 및 Ketac-Silver간의 치근단 역충전 효과를 비교한 결과 Ketac-Silver의 효과가 가장 불량하였다 하였고, Moloney 등<sup>28)</sup>도 발거한 단근치 치근에 측방천공을 시키고 아말감, SuperEBA 및 Ketac-Silver로 천공부를 수복한 다음 방사선 동위원소법으로 변연누출을 조사한 결과 역시 Ketac-Silver의 천공벽 폐쇄효과가 가장 불량하였다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 Ketac-Silver의 경우 방사선학적으로나 조직병리학적으로 심한 골조직 흡수 및 염증반응을 나타내 상기 연구자들<sup>34, 41-43)</sup>과 상반되는 결과를 보였다. 이 결과는 Moloney 등<sup>28)</sup>과 King 등<sup>44)</sup>이 보고한 바와 같이 Ketac-Silver의 천공벽 폐쇄 효과 및 생체친화력이 불량하였기 때문이 아닌가 사료된다. 한편, 일반적으로 Ketac-Silver 수복시 폐쇄효과를 증진시키기 위해 polyacrylic acid로 상아질을 전처리하는 것을 권장하나 본 실험에서는 시행치 않았으며 이유는 천공부에 적절히 적용하기가 힘들며, 비록 처리가 가능하다 할지라도 천공부를 건조시키기 위해서는 paper point나 air를 사용하여야 하나 건조중 지혈조절의 문제점이 대두되고, 지혈이 되지 않으면 재료의 천공벽 폐쇄효과가 떨어지기 때문이다. 이러한 상아질 전처리 미비로 Ketac-Silver의 천공벽 폐쇄효과가 나빠졌다 추론할 수도 있겠으나, Pissiotis 등<sup>34)</sup>은 치근단 역충



전시 polyacrylic acid로 상아질을 전처치한 경우가 오히려 전처치하지 않은 경우보다 치근단 폐쇄효과가 불량하였다 하였고, 그 이유로 상아질 전처치시 상아세관이 개방되어 오히려 색소침투를 증가시킨 것 같다하여 polyacrylic acid 전처치를 반대한 바 있다.

본 실험에 사용된 IRM은 아연화-유지놀 시멘트계로 물리적 성질을 증진시키기 위해 polymethyl methacrylate 등을 첨가시킨 재료이다. 원래 이 재료는 임시 와동충전재로 사용되어 왔으나 최근에는 치근단 역충전재로 추천되고 있다<sup>45)</sup>. Inoue 등<sup>41)</sup>, Smee 등<sup>46)</sup> 및 Bondra 등<sup>47)</sup>은 발거한 치아에서 치근단 역충전재로 사용한 결과 아말감보다 우수한 치근단 폐쇄효과를 나타내 치근단 역충전재로서의 가능성을 제시한 바 있으며, Crook 등<sup>48)</sup> 역시 IRM을 치근단 역충전재로 사용한 결과 만족할만한 치근단 폐쇄효과를 얻었으며 여기에는 분말-액 비율이 영향을 미친다고 하였다. 그러나 아직까지 IRM을 천공수복재로 사용한 논문은 없다. 앞서 언급한 바와 같이 일반적으로 치근단 역충전재로 권장, 사용되는 재료가 천공수복재로도 많이 사용되는 이유는 치근단 역충전재나 천공수복재 모두 우수한 폐쇄효과가 요구되고, 또한 치주조직이나 골조직과 접촉하고 있기 때문에 우수한 생체친화력이 요구된다는 점에서 유사하기 때문이다. IRM에 대한 본 실험의 방사선학적 및 조직병리학적 결과를 보면 전반적으로 경미한 골조직 흡수 및 염증반응을 나타내 아말감이나 Ketac-Silver 시멘트보다는 양호한 결과를 보였으나, 재료와 접촉한 부위에서는 신생골의 형성을 관찰할 수 없었다. 이러한 결과는 IRM의 천공벽 폐쇄효과가 불량하여 발생되었다기 보다는 용액으로 사용하는 유지놀이 많은 영향을 미쳤기 때문이 아닌가 사료된다. Pashley 등<sup>49)</sup>은 임시 와동충전재 목적으로 IRM을 혼합시 분말-액 비율이 와동 폐쇄효과에 영향을 미치며 가장 효과적인 비율이 4:1이라고 보고한 바 있으며, 본 실험에서도 가능한 Pashley 등<sup>49)</sup>의 권고대로 IRM을 혼합하였다. Hume<sup>50)</sup>은 아연화-유지놀 시멘트에서 분말-액 비율이 유지놀의 유리량에

미치는 영향을 조사한 결과 분말-액 비율이 감소할수록, 즉 액(유지놀)의 함량이 증가할수록 유리유지놀이 증가함을 보고한 바 있고, Maher 등<sup>35)</sup>은 족제비 견치에 IRM으로 역충전한 후 15주 동안 조직학적으로 조사한 결과, 치근단 골조직에 급성 및 활동성 염증이 존재하고 있었으며 IRM주위 1mm 이내에 신생골 형성을 보이는 표본은 하나도 없었다 하여 본 실험과 동일한 결과를 보고하였다. 또한 Markowitz 등<sup>51)</sup>은 저농도의 유지놀은 유익한 소염효과를 보이나 고농도의 유지놀은 조직에 위해작용을 가한다고 보고한 바 있다. 따라서 위의 연구자들의 결과를 종합해 볼 때 IRM을 적당히 되게 혼합하는 것(유지놀 함량을 적게 하는 것)이 주위조직에 위해작용을 가능한 적게 주는 방법이라 사료된다. 또한 이렇게 혼합하게 되면 강도가 증가하게 되며 수분과 접촉시 용해도도 낮아지게 된다<sup>52)</sup>.

한편, Frank와 Weine<sup>15)</sup> 및 Martin 등<sup>18)</sup>은 치근천공시 수산화칼슘의 사용을 제안하였으나 ElDeeb 등<sup>9)</sup>은 성견의 소구치 치근이개부에 천공을 유발시키고 수산화칼슘, 아말감 및 Cavit으로 수복한 다음 임상적, 방사선학적 및 조직학적으로 조사한 결과, 이러한 이개부 천공은 수복재료에 관계없이 불량한 예후를 보였고 그 중에서도 수산화칼슘의 결과가 가장 불량하였으며 이런 결과는 수산화칼슘의 낮은 천공벽 폐쇄효과 때문일 것이라고 보고하였다. Himel 등<sup>11)</sup>도 성견 소구치에 치근이개부 천공을 유발시키고 각각 수산화칼슘, Teflon 및 tricalcium phosphate로 수복한 결과 수산화칼슘의 경우가 가장 심한 조직파괴를 보였다 하여 Frank와 Weine<sup>15)</sup> 및 Martin 등<sup>18)</sup>과 상반되는 결과를 보고하였다. 한편 아연화-유지놀 시멘트와 수산화칼슘의 조직반응에 대해 Hendry 등<sup>53)</sup>은 유견의 유치근관내에 각각 수산화칼슘과 아연화-유지놀 시멘트로 근관충전을 시행하고 치근단 조직반응을 관찰한 결과 수산화칼슘이 아연화-유지놀보다 낮은 염증반응을 보였으며 이는 수산화칼슘의 항균작용 때문일 것으로 보고한 바 있으며, 최근 Bramante와 Berbert<sup>12)</sup>은 성견 소구치의 치근이개부 천공부에 수산

화칼슘과 요오드-포름을 혼합한 제제를 사용한 결과 수산화칼슘군은 비교적 양호한 치유를 보인 반면, 아연화-유지놀 시멘트군은 천공부에 아무 치치하지 않은 대조군과 유사한 심한 염증반응을 나타냈다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 사용한 Vitapex는 수산화칼슘과 요오드-포름이 주성분인 호제로써 본 실험결과, 비교적 Vitapex 주변에 경미한 골조직 흡수 및 염증반응이 관찰되었으며 천공부위에 골흡수가 일어났다가 신생 골조직이 재료주변으로 형성되고 있는 양상을 보여 아연화-유지놀계인 IRM보다는 외견상 양호한 결과를 나타냈으나 통계학적으로 유의한 차이는 없는 것으로 판정되었다. 본 결과는 Hendry 등<sup>30)</sup> 및 Bramante와 Berbert<sup>12)</sup>의 결과와 수산화칼슘군에서는 거의 일치되는 소견을 보였으나 아연화-유지놀시멘트군의 경우는 많은 차이를 보이고 있다. 아연화-유지놀 시멘트군에서 많은 차이를 보이는 이유는 본 실험에서는 IRM을 사용하였고 상기의 연구자들은 순수 아연화-유지놀 시멘트를 사용하였기 때문에 재료차이와 혼합시 유리유지놀의 함량차이 때문이 아닌가 사료된다. Vitapex의 장점중의 하나는 천공부를 넘어 과충전이 되더라도 다른 재료들과는 달리 흡수가 빠른 기간내에 일어난다는 점이며<sup>12, 54)</sup> 본 실험에서도 과충전되었던 Vitapex가 16주후에는 완전히 흡수된 양상을 보였다. Vitapex군의 경우 다른 군과는 달리 근관외동을 MTA로 가봉한 이유는 아말감으로 가봉할 경우 하부의 Vitapex가 아말감충전시 충전압에 의해 밀려 내려갈 가능성도 있고 또한 vitapex에 있는 습기와 아말감이 접촉하여 아말감의 팽창 및 폐쇄효과의 저하를 초래할 수도 있기 때문에 습기가 접촉해도 별다른 역작용을 일으키지 않는다는 MTA를 사용하여 근관외동을 가봉하였다.

Mineral trioxide aggregate(MTA)는 원래 치근단 역충전제로 사용할 목적으로 개발된 재료로, 주 구성성분이 trioxide 집합체로써 glass ionomer 시멘트와 유사한 화학적 성분을 가지고 있으며, 화학적 물리적 성질을 높이기 위해 소량의 다른 oxide 들을 첨가한 재료이다.

이 재료에 대해 Torabinejad 등<sup>30)</sup>은 발거한 단근치에 아말감, SuperEBA 및 MTA로 치근단 역충전을 시행한 다음 rhodamine B fluorescent 색소침투법으로 조사한 결과 MTA의 치근단 폐쇄효과가 가장 우수하였다 하였고, Torabinejad 등<sup>31)</sup>은 역충전 와동내에 혈액의 잔존유무가 역충전제의 변연누출에 미치는 영향을 관찰한 결과, MTA의 경우 혈액의 잔존유무에 관계없이 아말감, SuperEBA 및 IRM보다 낮은 변연누출을 보였다고 보고한 바 있다. 또한 Lee 등<sup>32)</sup>은 발거한 대구치의 치경부 치근에 측방천공을 형성하고 아말감, IRM 및 MTA로 천공부를 충전한 다음 methylene blue 염색법으로 재료와 치근벽사이의 폐쇄효과를 관찰한 결과 MTA가 가장 우수한 결과를 보였다고 보고하였다.

그러나 이러한 재료들을 임상에 사용하려면 천공벽 폐쇄효과 뿐만 아니라 생체친화력도 중요한 바, Torabinejad 등<sup>55)</sup>은 아말감, IRM, SuperEBA 및 MTA의 세포독성을 비교하기 위하여 쥐의 L929세포를 배양하여 agar overlay법 및 radiochromium법으로 실험한 결과, 아말감과 MTA의 독성이 IRM이나 SuperEBA보다 현저히 낮으며 아말감과 MTA간에는 유의한 차이가 없었다 하여 MTA의 우수한 생체친화력에 관해 보고한 바 있다. MTA에 대한 본 실험의 방사선학적 및 조직병리학적 결과를 보면 다른 재료와는 달리 대부분 별다른 골조직 흡수나 염증반응 없이 정상 골조직과 재료가 직접 접촉하고 있는 양상을 보이고 있었고 이는 천공후 처음부터 정상 골조직을 그대로 유지하고 있었기 때문이 아닌가 사료된다. 또한 과도하게 충전된 경우에서도 양호한 조직반응을 나타낸 것은 Beavers 등<sup>13)</sup> 및 Dazey와 Senia<sup>24)</sup>의 보고처럼 MTA의 천공벽 폐쇄효과 및 생체친화력이 우수하였기 때문으로 사료된다.

한편 천공수복시 재료를 천공부위에만 국한시켜 충전하여야 하나 임상적으로 이 원칙을 지키기가 매우 힘들다. 왜냐하면 이 원칙을 지키다 보면 충전이 불안정하게 되어 결과적으로 천공벽 폐쇄효과가 저하되고, 폐쇄효과를 높이려면 충전시 압력을 가해야 하나 결과적

으로 과충전이 되기가 쉽다. 본 실험에서 천공의 크기는 어느 정도 균일화 시켰으나 각 실험치아의 상아질 두께가 달라 천공의 길이는 일정치 않았으며 재료가 다수 과충전되는 양상을 보였다. Petersson 등<sup>10)</sup>은 이론적으로 천공부를 생체친화력이 우수한 재료로 과충전없이 즉시 폐쇄한다면 천공주변의 치주손상부는 치유가 되어야 한다고 하였고, Sinai 등<sup>17)</sup>은 임상적으로 대부분 재료가 천공부위를 넘어 치주인대 및 골조직과 접촉하게 되고 따라서 아무리 생체친화력이 우수한 재료를 사용한다 하더라도 결국은 천공주위조직에 비가역성 손상을 입히게 된다고 보고하였다. 한편, Balla 등<sup>14)</sup>은 수복재의 천공벽 폐쇄효과 및 과충전 유무가 치근이개부 천공 수복후 에후결정에 가장 중요요소로 작용한다고 주장하였다. 이러한 과충전을 방지하기 위해 Auslander와 Weinberg<sup>29)</sup> 및 Aguirre 등<sup>21)</sup>은 천공하부에 indium foil을, Roane과 Benenati<sup>19)</sup>는 hydroxylapatite를, Petersson 등<sup>10)</sup>은 상아질 잔사 및 수산화칼슘을, Alhadainy와 Himel<sup>156)</sup>은 석고를 matrix 역할로 사용한 바 있으며, 최근 tricalcium phosphate나 demineralized freeze-dried bone(DFDB)을 사용하는 법도 소개되고 있다<sup>19, 20)</sup>. 이러한 matrix의 사용으로 인하여 과충전되는 것은 어느 정도 해결하였으나 충전효과는 오히려 저하되는 결과를 나타내었기 때문에<sup>21, 56)</sup> 이러한 matrix 사용보다는 과도한 충전압이 필요치 않는 재료가 요구된다. 본 실험에서도 역시 모든 실험군에서 정도의 차이는 있으나 재료의 과충전을 보였으며, MTA군과 Vitapex군을 제외하고는 모든 실험군에서 대부분 경도에서 중증까지 골흡수 및 염증반응을 나타내 과충전이 조직치유에 중요한 영향을 미치는 것으로 사료된다. 또한 임상에서 관찰해 볼때 천공부에 대한 지혈 및 건조를 시도하지만 다른 부위와는 달리 완벽하게 건조시키기가 힘들다. 따라서 충전시 수분이나 혈액과 접촉하게 되면 폐쇄효과가 저하된다<sup>31)</sup>. 본 실험에서 아말감의 경우 골흡수 및 염증반응이 심하게 나타난 이유는 재료의 과충전도 한 원인이 되겠지만 대조군의 결과를 미루어볼 때 수분접촉에 의해 재료자

체의 천공벽 폐쇄효과가 저하되어 나타난 결과로 생각된다. Ketac-Silver의 경우도 과충전이나 생체친화력도 영향을 미쳤겠지만 아말감의 경우처럼 수분접촉에 의해 재료자체의 천공벽 폐쇄효과가 저하되어 심한 골흡수 및 염증반응이 나타나지 않았나 사료된다. 임상에서 통상 와동가봉재 및 치근단 역충전재로 추천되고 있는 IRM의 경우 경도의 골흡수와 염증반응을 나타낸 이유는 불량한 천공벽 폐쇄효과 때문이라기 보다는 유지질의 독성에 의한 불량한 생체친화력 때문이 아닌가 사료된다. MTA의 경우, 과충전이 되었는데도 불구하고 대부분 재료주위가 염증없이 정상적인 골조직양상을 보인 것은 주목할만한 결과이며 이 결과는 앞으로 더 많은 연구를 해보아야 하겠지만 Torabinejad 등<sup>55)</sup>이 보고한 우수한 근관벽 폐쇄효과 때문이 아닌가 사료된다.

본 실험의 방사선학적 및 조직병리학적 결과를 종합해볼 때, 비록 MTA와 Vitapex간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었지만 MTA의 천공부 조직치유가 가장 양호하였고 그 다음으로 Vitapex와 IRM이었으며, Ketac-Silver와 아말감의 경우는 두 재료간에 유의한 차이없이 가장 불량하게 나타났다. 따라서 앞으로 천공수복시 MTA가 가장 추천할만한 재료라고는 생각되나 본 실험에 사용된 성견의 소구치는 인간의 대구치와 구조가 유사한 반면 치아의 크기, 치유속도 및 능력, 치근이개부의 치조골의 높이 및 식성이 인간과 다르기 때문에 결과에 대한 완전한 신빙성을 부여하기는 힘들다. 따라서 앞으로 두 재료에 대한 임상실험을 통한 보다 장기적이고 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

## V. 결 론

치근이개부 천공부위에 대한 수중 수복재의 천공벽 폐쇄효과 및 생체친화력을 비교, 평가하고자 성견의 소구치 치경부치근에 인위적으로 천공을 유발시키고 아말감, Ketac-Silver, IRM, Vitapex 및 MTA로 천공부를 수복한 다음 천공주위조직에 대한 방사선학적, 조직병리학적

반응을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 정도의 차이는 있으나 모든 실험군에서 과충전되는 양상을 보였다.
2. 아말감과 Ketac-Silver 충전군의 경우, 두 군간에 유의한 차이없이 대부분 심한 염증반응 및 골조직 흡수를 나타내 실험군 중에서 가장 불량한 예후를 보였다( $p < 0.001$ ).
3. IRM과 Vitapex 충전군의 경우, 대부분 정도의 염증반응 및 골조직 흡수를 나타내 아말감 및 Ketac-Silver 충전군보다 양호한 예후를 보였으며( $p < 0.0005$ ), IRM과 Vitapex 군간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.
4. MTA 충전군의 경우, 대부분 염증반응이나 골조직 흡수없이 정상조직으로 치유되는 양상을 나타내 실험군 중에서 가장 양호한 예후를 보였다( $p < 0.05$ ).

#### 참고문헌

1. Ingle JI : A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. Oral Surg 14 : 83-91, 1961.
2. Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freeman I, Nazimov H : Endodontic failures : an analysis based clinical roentgenographic, and histologic findings. Oral Surg 23 : 500-30, 1967.
3. Seltzer S, Sinal I, August D : Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. J Dent Res 49 : 332-9, 1970.
4. Frank AL : Resorption, perforations and fractures. Dent Clin North Am 18 : 465-87, 1974.
5. Sinai I : Endodontic perforations : their prognosis and treatment. JADA 95 : 90-5, 1977.
6. Oswald RJ : Procedural accidents and

their repair. Dent Clin North Am 23 : 593-616, 1979.

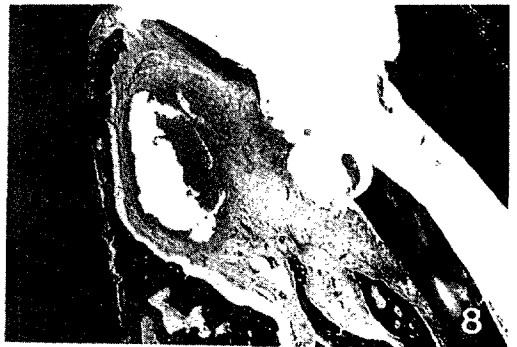
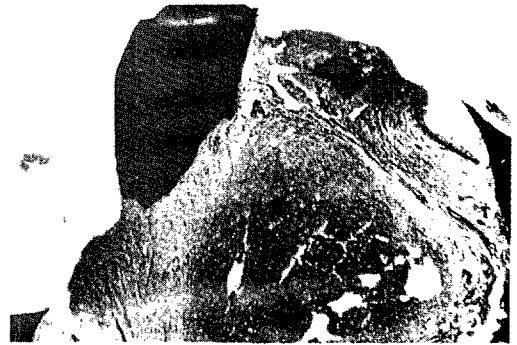
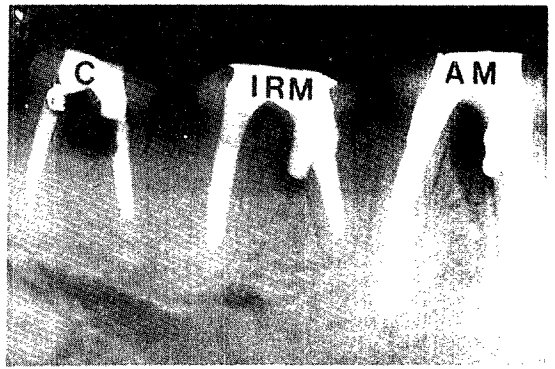
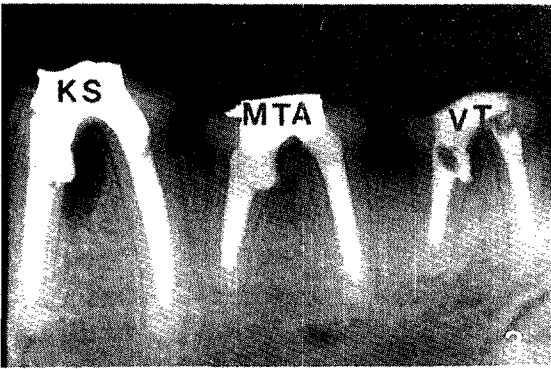
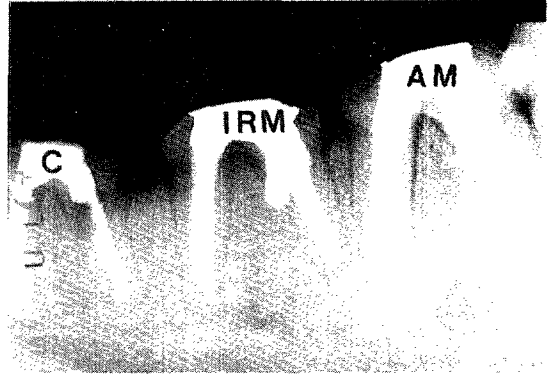
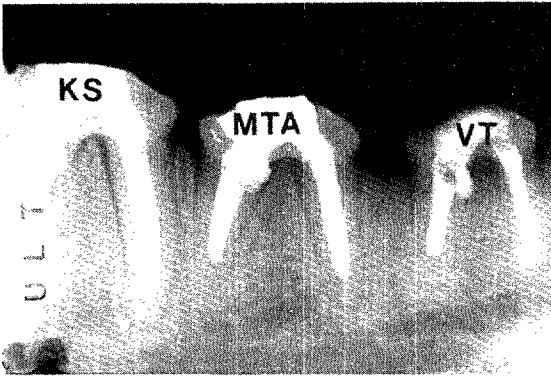
7. Bhaskar S, Rappaport H : Histologic valuation of endodontic procedures in dogs. Oral Surg 31 : 526-35, 1971.
8. Jew RCK, Weine FS, Keen JJ Jr, Smulson MH : A histologic evaluation of periodontal tissues adjacent root perforations filled with Cavit. Oral Surg 54 : 124-35, 1982.
9. ElDeeb ME, ElDeeb M, Tabibi A, Jensen TR : An evaluation of the use of amalgam, Cavit, and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations. J Endodon 8 : 459-66, 1982.
10. Petersson K, Hasselgren G, Tronstad L : Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth. Endod Dent Traumatol 1 : 22-8, 1985.
11. Himel R, Brady J Jr, Weir J Jr : Evaluation of repair of mechanical perforations of the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate or calcium hydroxide. J Endodon 11 : 161-5, 1985.
12. Bramante CM, Berbert A : Root perforations dressed with calcium hydroxide and zinc oxide-eugenol. J Endodon 13 : 392-5, 1987.
13. Beavers RA, Bergenholz G, Cox CF : Periodontal wound healing following intentional root perforations in permanent teeth of Macaca mulatta. Int Endod J 19 : 36-44, 1986.
14. Balla R, LoMonaco CJ, Skribner J, Lim LM : Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam and Life. J Endodon 17 : 234-8, 1991.
15. Frank AL, Weine FS : Nonsurgical therapy for the perforative defect of internal resorption. JADA 87 : 863-8, 1973.
16. Harris WE : A simplified method of treatment for endodontic perforations. J

- Endodon 2 : 126–34, 1976.
17. Sinai IH, Romea DJ, Glassman G, Morse DR, Fantasia J, Frust ML : An evaluation of tricalcium phosphate as a treatment for endodontic perforations. *J Endodon* 15 : 399–403, 1989.
  18. Martin LR, Gilbert B, Dickerson AW : Management of endodontic perforations. *Oral Surg* 54 : 668–77, 1982.
  19. Roane JB, Benenati FW : Successful management of a perforated mandibular molar using amalgam and hydroxylapatite. *J Endodon* 13 : 400–4, 1987.
  20. Harbert H : Generic tricalcium phosphate plugs and adjunct in endodontics. *J Endodon* 17 : 131–4, 1991.
  21. Aguirre R, Eldeeb ME, ElDeeb M : Evaluation of the repair of mechanical furcation perforations using amalgam, gutta-percha, or indium foil. *J Endodon* 12 : 249–56, 1986.
  22. Benenati FW, Roane JB, Simon JH : Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. *J Endodon* 12 : 161–6, 1986.
  23. Biggs JT, Benenati FW, Sabala CL : Treatment of iatrogenic root perforations with associated osseous lesions. *J Endodon* 14 : 620–4, 1988.
  24. Dazey S, Senia S : An in vitro comparison of the sealing ability of materials placed in lateral root perforations. *J Endodon* 16 : 19–23, 1990.
  25. Lantz B, Persson P : Periodontal tissue reactions after root perforations in dog's teeth ; a histologic study. *Odont Tidskr* 75 : 209–20, 1967.
  26. Lantz B, Persson P : Periodontal tissue reactions after surgical treatment of root perforations in dog's teeth ; a histologic study. *Odontol Revy* 21 : 51–62, 1970.
  27. Alhadainy HA, Himel VT : Evaluation of the sealing ability of amalgam, Cavit, and glass ionomer cement in the repair of furcation perforations. *Oral Surg* 75 : 362–6, 1993.
  28. Moloney LG, Feik S, Ellender G : Sealing ability of three materials used to repair lateral root perforations. *J Endodon* 19 : 59–62, 1993.
  29. Auslander WP, Weinberg G : Anatomic repair of internal perforations with indium foil and silver amalgam ; outline of a method. *NYJ Dent* 39 : 454–7, 1969.
  30. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR : The sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling material. *J Endodon* 19 : 591–5, 1993.
  31. Torabinejad M, Higa RK, McKendry DR, Pitt Ford TR : Dye leakage of four root end filling materials ; effects of blood contamination. *J Endodon* 20 : 159–63, 1994.
  32. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M : The sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endodon* 19 : 541–4, 1993.
  33. Frank AL, Simon JHS, Abou-Rass M, Glick DH : Clinical and surgical endodontics. Philadelphia : JB Lippincott 154–62, 1983.
  34. Pissiotis E, Sapounas G, Spangberg LSW : Silum glass ionomer cement as a retrograde filling material ; a study in vitro. *J Endodon* 17 : 225–9, 1991.
  35. Maher WP, Johnson RL, Hess J, Steiman HR : Biocompatibility of retrograde filling materials in the ferret canine. *Oral Surg* 73 : 738–45, 1992.
  36. Olsen FK, Austin BP, Walia H : Osseous reaction to implanted ZOE retrograde filling materials in the tibia of rats. *J Endodon* 20 : 389–94, 1994.
  37. Kawahara H, Imanishi Y, Oshima H : Biological evaluation of glass ionomer cement.

- J Dent Res 58 : 1080-6, 1979.
38. Zmener O, Dominquez VF : Tissue response to a glass ionomer used as an endodontic cement : a preliminary study in dogs. *Oral Surg* 56 : 198-205, 1983.
  39. Zetterqvist L, Anneroth G, Nordenram A : Glass ionomer cement as retrograde filling material. *Int J Oral Maxillofac Surg* 16 : 459-64, 1987.
  40. Blackman R, Gross M, Seltzer S : An evaluation of the biocompatibility of a glass ionomer-silver cement in rat connective tissue. *J Endodon* 15 : 76-9, 1989.
  41. Inoue S, Yoshimura M, Tinkle JS, Marshall FJ : A 24-week study of the microleakage of four retrofilling materials using a fluid filtration method. *J Endodon* 17 : 369-75, 1991.
  42. Schwartz SA, Alexander JB : A comparison of leakage between silver-glass ionomer cement and amalgam retro fillings. *J Endodon* 14 : 385-91, 1988.
  43. Alhadainy HA, Elsaed HY, Elbaghdady YM : An electrochemical study of the sealing ability of different retrofilling materials. *J Endodon* 19 : 508-11, 1993.
  44. King KT, Anderson RW, Pashley DH, Pantera EA : Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. *J Endodon* 16 : 307-10, 1990.
  45. Gartner AH, Dorn SO : Advances in endodontic surgery. *Dent Clin North Am* 36 : 357-78, 1992.
  46. Smee G, Bolanos OR, Morse DR, Furst ML, Yesilsoy C : A comparative leakage study of P-30 resin-bonded ceramic, Teflon, amalgam, and IRM as retrofilling seals. *J Endodon* 13 : 117-21, 1987.
  47. Bondra DL, Hartwell GR, MacPherson MG, Portell FR : Leakage in vitro with IRM, high copper amalgam, and EBA cement as retrofilling materials. *J Endodon* 15 : 157-60, 1989.
  48. Crooks WG, Anderson RW, Powell BJ, Kimbrough WF : Longitudinal evaluation of the seal of IRM root end fillings. *J Endodon* 20 : 250-2, 1994.
  49. Pashley EL, Tao L, Pashley DH : The sealing properties of temporary filling materials and bases. *J Prosthet Dent* 60 : 292-9, 1988.
  50. Hume WR : An analysis of the release and diffusion through dentin of eugenol from zinc oxide-eugenol mixtures. *J Dent Res* 63 : 881-4, 1984.
  51. Markowitz K, Moynihan M, Liu M, Kim S : Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol ; a clinically oriented review. *Oral Surg* 73 : 729-37, 1992.
  52. Civjan S, Huget EF, Wolfhard G, Waddell LS : Characterization of zinc oxide-eugenol cements reinforced with acrylic resin. *J Dent Res* 51 : 107-14, 1972.
  53. Hendry JA, Jeansonne BG, Drummett CO, Burrell W : Comparison of calcium hydroxide and zinc oxide and eugenol in pulpectomies in primary teeth in dogs. *Oral Surg* 54 : 445-51, 1982.
  54. Muruzabal M, Erausquin J, Devoto FCH : A study of periapical overfilling in root canal treatment in the molar of rat. *Arch Oral Biol* 11 : 83, 1966.
  55. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD : Cytotoxicity of four root end filling material on mouse L929 cells. *J Endodon* 1994(In press).
  56. Alhadainy HA, Himel VT : An in vitro evaluation of plaster of paris barriers used under amalgam and glass ionomer to repair furcation perforations. *J Endodon* 20 : 449-52, 1994.

## EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1. Radiograph just after furcation repaired with Ketac-Silver(KS), MTA, and Vitapex (VT).
- Fig. 2. Radiograph just after furcation repaired with cotton(C), IRM, and amalgam(AM).
- Fig. 3. Radiographic result furcation repaired with Ketac-Silver, MTA, and Vitapex after 16 weeks.
- Fig. 4. Radiographic result furcation repaired with cotton, IRM, and amalgam after 16 weeks.
- Fig. 5. Histopathologic result of control group.(Masson's trichrome stain,  $\times 20$ )
- Fig. 6. Histopathologic result of control group.(Masson's trichrome stain,  $\times 100$ )
- Fig. 7. Histopathologic result of amalgam group.(Villanueva stain,  $\times 20$ )
- Fig. 8. Histopathologic result of amalgam group.(Masson's trichrome stain,  $\times 20$ )
- Fig. 9. Histopathologic result of Ketac-Silver group.(Villanueva stain,  $\times 50$ )
- Fig. 10. Histopathologic result of Ketac-Silver group.(Masson's trichrome stain,  $\times 20$ )
- Fig. 11. Histopathologic result of IRM group.(Villanueva stain,  $\times 20$ )
- Fig. 12. Histopathologic result of IRM group.(Masson's trichrome stain,  $\times 20$ )
- Fig. 13. Histopathologic result of Vitapex group.(Villanueva stain,  $\times 20$ )
- Fig. 14. Histopathologic result of Vitapex group.(Masson's trichrome stain,  $\times 20$ ).
- Fig. 15. Histopathologic result of MTA group.(Villanueva stain,  $\times 20$ )
- Fig. 16. Histopathologic result of MTA group.(Masson's trichrome stain,  $\times 20$ )





논문사진부도 ②

