

성견에서 Super EBA, Ketac Silver, MTA와 Emdogain을 이용한 치근분지부 천공치유에 관한 연구

백승호 · 손호현 · 임성삼
서울대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

A COMPARISON STUDY OF ENDODONTIC FURCATION PERFORATION REPAIR WITH SUPER EBA, KETAC SILVER, MTA AND EMDOGAIN USING SURGICAL MICROSCOPE IN ADULT DOGS.

Seung-Ho Baek, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Ho-Hyun Son, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Sung-Sam Lim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

The purpose of this study was to examine the tissue response to experimental furcation perforations immediately treated with Super EBA, Ketac Silver, MTA and Emdogain using surgical microscope.

Forty experimental furcation perforations were created in the mandibular and maxillary premolars and molars of 4 adult dogs and immediately repaired with experimental materials. The animals were sacrificed after 16 weeks and radiographic and histologic results were evaluated.

The results were as follows.

1. All materials tested in this experiment revealed a certain degree of extrusion of the filling materials and infiltration of inflammatory cells into the periodontal space. Except MTA group, epithelial down-growth of the surrounding gingiva was found in all experimental groups.
2. Both Ketac Silver and Emdogain group showed the greatest degree of inflammatory reaction and bone resorption.
3. Super EBA group showed moderate inflammation and newly bone formation under the perforation area.
4. MTA group showed minor inflammation, new bone regeneration toward restorative materials and partially cementum growth onto the surface of the material. This group demonstrated a favorable prognosis.

I. 서론

치근분지부의 천공은 치근 내에서 치주인대로의 인위적인 통로를 말하며 이는 근관치료에 있어서 가장 나쁜 예후를 유발하게 된다. 근관내와 치주조직의 연결은 결과적으로 염

증을 야기시켜며, 이러한 이차적인 감염으로 인하여 치근분지부의 치주조직의 부착을 파괴시켜 대부분의 경우 회복이 불가능하게 된다¹⁾. Seltzer 등²⁾은 원숭이에서 치근 분지부 천공을 치료하지 않고 방치하였을 때 가장 심한 치주조직의 염증반응을 일으켰다고 보고한 바 있다.

※ 이 연구는 '98년도 서울대학병원 일반연구비(04-98-054)지원에 의한 결과임.

치료 중에 발생하는 천공은 통상의 근관치료의 실패를 증가시키게 된다. Ingle 등³⁾은 근관치료의 실패 예 중 두 번째로 많은 비율을 차지하며, 실패 경우의 9.62%에 달한다고 보고하였다. 또한 Seltzer 등⁴⁾은 근관치료의 실패 중 3.52%가 천공에 의한 것이며, 이는 대부분 우발적인 사고에 기인한다고 하였다.

이러한 치근분지부 천공에 대한 치료 예후에 관한 많은 연구가 행하여진 바, Aguirre 등⁵⁾, Petersson 등⁶⁾, Pitt Ford 등⁷⁾, Himel 등^{8,9)}, ElDeeb 등¹⁰⁾ 및 Jew 등¹¹⁾은 개에서, Balla 등¹²⁾과 Beavers 등¹³⁾은 원숭이를 사용하여 치근분지부 천공 후 치료의 예후에 대한 병리조직학적인 평가를 하였고, Sinai 등¹³⁾, Martin 등¹⁴⁾ 및 Arens와 Torabinejad¹⁵⁾는 환자에게 직접 수종의 수복재로 천공부위를 수복한 후 임상적인 관찰결과를 보고한 바 있다. 치근분지부 천공에 대한 치료 예후에 가장 많은 영향을 미치는 것은 천공을 막아주는 시기이다. Seltzer와 여러 연구^{4,5,7,11,13,14,16,17)}에 의하면 이러한 천공은 즉시 치료를 행하는 것이 더 나은 치유를 보인다고 하였으나, Benenati 등¹⁸⁾은 그 반대의 경우가 약간 나은 결과를 보였다고 보고한 바 있다.

또한 천공의 위치와 크기도 치료 예후에 영향을 미친다고 보고하였으며, 대부분의 연구에서 천공부위가 작을수록 치근분지부의 치주조직파괴가 적으며, 과충전이 적은 것으로 보고되고 있다^{8,19,20)}.

천공치료시 사용되는 수복재료 또한 치료 예후에 영향을 미칠 수 있는 중요한 요소로 천공부위를 적절히 폐쇄시킴으로써 성공적인 치유를 유도할 수 있다. 이러한 목적으로 Lantz와 Persson²¹⁾이 Chloroform-rosin과 gutta percha cone을 phosphate cement에 섞어 사용한 이래, calcium hydroxide^{1,14,16,17,22)}, Cavit^{10,11)}, amalgam¹⁸⁾, IRM, indium foil¹⁾, Super EBA^{23,24)}, Ketac silver²⁵⁾, tricalcium phosphate⁸⁾, hydroxylapatites¹²⁾등 많은 재료들이 치근분지부 천공의 수복재료로서 사용되고 있으나, 항상 만성적인 염증이 존재하고 지속적인 파괴양상을 보여 이상적인 재료는 아직은 없는 것으로 보고되고 있다.

최근 Loma Linda 대학에서 개발된 Mineral trioxide aggregate(MTA)는 주된 구성성분이 tricalcium silicate, tricalcium aluminate, tricalcium oxide 및 silicate oxide인 재료로서 치근단 역충전재료로 사용할 목적으로 개발된 재료이다. 이 재료는 건축용 시멘트와 유사한 색상과 분말크기를 가지며 특징적인 점은 물과 혼합하여 경화된다는 점이다. Torabinejad 등²⁶⁻³⁴⁾은 MTA를 치근단 역충전 재료로 사용한 결과 amalgam, Super EBA 및 IRM보다 독성이 적으며, 주위 상아질과의 접합도도 좋은 것으로 보고하였다. Pitt Ford 등⁷⁾은 치근 분지부에서 MTA 위로 백악질의 침착을 관찰할 수 있었다고 보고하였으며, 또한 치수 노출 후 MTA를 치수복조재료로 사용하였을 때 염증

반응이 적었으며, dentin bridge가 형성되는 것을 보고하였다.

또한 치주조직재생을 위하여 사용되는 enamel matrix protein (Emdogain, Biora Ab, Sweden)은 세균에 이화된 치근면 위에 백악질형성세포 등의 재부착을 유도하여 정상적인 extracellular matrix를 형성하는 것으로 보고되고 있다. 그리고 이 enamel matrix의 주 단백질은 amelogenin으로 알려져 있으며, 전체 matrix의 90%를 차지한다³⁵⁻³⁷⁾. 나머지 10%는 proline-rich non-amelogenin, tuftlin, tuft protein, serum proteins과 타액 단백질 등으로 구성되어 있다. Amelogenin은 다양한 크기로 존재하며, 이들은 supramolecular aggregate를 이룬다. 이들은 소수성이며 새로 형성된 법랑질 결정을 안정화시키고, 법랑질 결정의 크기에 영향을 미친다. 본 연구에 사용된 enamel matrix protein은 돼지의 발생중인 embryonal enamel에서 추출된 것으로 멸균된 lyophilized form이며 PGA vehicle에 의해 용해된다. Hejil 등³⁸⁾과 김 등³⁹⁾은 enamel matrix protein을 사용시 사람의 협측열개병소에서 상아질에 acellular extrinsic fiber cementum이 단단히 부착되어 형성되었음을 보고하였다.

이에 본 연구는 성견에서 수술현미경을 이용하여 치근 분지부의 천공을 Super EBA, Ketac silver, MTA 및 Emdogain을 사용하여 치료한 결과를 방사선적, 조직학적으로 비교 분석하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험동물 준비

4마리의 성견(체중 15kg내외)을 실험동물로 사용하였고, 소구치와 대구치의 치근분지부를 실험부위로 사용하였다. 이들 치아는 치근분지부의 치주질환이 없고 치근단이 완성된 상태의 건강한 치아를 사용하였다. 실험 기간동안 고형 사료를 주었으며, 실험 12시간 전부터 금식을 시키고, 마취는 2.65% Thiopental sodium(10~15ml/kg, Pentotal sodium, 중외제약)을 정맥주사하여 유도마취를 실시한 다음, 흡입마취를 위하여 cuffed endotracheal tube(ID 6.0~6.5mm)를 사용하여 기관내 삽관을 하고 halothane(1~1.5%)으로 전신마취를 하였다.

1개월마다 radiograph를 찍으며 필요에 따라 scaling을 행하였다. 치료 3개월 후 sodium phenobarbital (Nembutal, Abbot Lab., IL, U.S.A.)을 과량으로 정맥주사하여 희생시킨 다음, 각 상 하악은 carotid artery를 통하여 10% buffered formalin과 80% ethanol의 혼합액을 주입시켜 고정시켜 조직학적 평가를 하였다.

2. 천공 형성 및 수복

4마리의 성견의 40개의 소구치와 대구치의 치수강을 개방시키고 발수를 한 다음, 인접치면에 부착되어 있는 치태를 모아 치수강 내로 긁어 넣은 다음 cotton pellet와 임시 충전재로 봉하여 4주 기다려 치근단 병소를 유도하였다. 4주 후 방사선 사진에서 치근단 병소가 보이면 통상의 방법에 따라 Rotary NiTi file(Profile, Tulsa Dental Product, Okla, U.S.A.)로 근관형성을 한 다음 gutta percha로 근관 충전을 시행하였다.

치근 분지부에 천공을 유발시키기 위해서 4번 round bur를 사용하여 저속 주행으로 천공을 시켰다. 천공은 수술 현미경하에서 bleeding이 될 때까지 하며, 천공된 치아를 무작위로 4군으로 나누었다. 천공부의 수복재료로는 Super EBA(Borthwarth, U.S.A.), Ketac-Silver(ESPE, seefeld/Overby, Germany), MTA(ProRoot, Maillefer, Switzerland) 및 Emdogain(Biora Ab, Sweden)를 사용하였다. 치근분지부의 수복은 수술용 현미경을 사용하여 시행하였으며, 완전히 지혈을 시키고 각각의 실험재료로 천공부를 즉시 다음과 같이 충전하였다.

A군: Super EBA군으로 천공부위를 Super EBA로 수복한 다음 근관와동을 ZPC로 가봉하였다.

B군: Ketac-Silver군으로 천공부위를 Ketac-Silver로 수복한 다음 근관와동을 ZPC로 가봉하였다.

C군: MTA군으로 천공부위를 MTA로 수복한 다음 근관와동을 ZPC로 가봉하였다.

D군: Emdogain군으로 천공부위에 Emdogain을 주입하고 IRM으로 수복한 다음 근관와동을 ZPC로 가봉하였다.

천공부위를 수복한 다음 방사선 사진을 촬영하여 천공 및 수복여부를 확인하였고, 12주 후 다시 방사선 사진을 촬영하였다. 방사선학적 평가는 EIDeeb 등의 방법을 수정하여 4단계로 나누어 0도(none)는 천공수복재 주위로 골조직 흡수가 전혀 없는 경우, 1도(slight)는 천공수복재 주위로 1mm 미만의 골조직흡수를 보이는 경우, 2도(moderate)는 천공수복재 주위로 1~2mm 정도의 골조직흡수를 보이는 경우, 3도(severe)는 천공수복재 주위로 2mm 이상의 골조직흡수를 보이는 경우로 하였다.

3. 조직학적 관찰

조직표본을 제작하기 위해 12주 후 Sodium phenobarbital (Nembutal, Abbot Lab., IL, U.S.A.)을 과량으로 정맥주사하여 희생시킨 다음, 각 상 하악은 carotid artery를 통하여 10% buffered formalin과 80% ethanol의 혼합액을 주입시켜 고정시켜 치아를 포함한 실험부위를 적출하였다. 절단된 실험표본은 통법에 따라 에탄올로 탈수시킨

후 레진포매를 위해 Spurr Kit(Sigma Chemical Co. MO, U.S.A.)를 사용하였다. 용기에 충분한 양의 레진을 2~3회 바꾸어 주었으며, 최종 포매 레진을 넣은 뒤 70℃ 오븐에서 12시간 경화시켰다. 그 뒤 Donath와 Breuner⁴⁰⁾에 의해 기술된 Exact grinding system (Kulzer, Germany)으로 20μm까지 단계적으로 연마하였다. Giemsa (Giemsa's azur-eosin-methylene-blue, Merk AG, Darmstadt, Germany)를 사용하여 염색한 후 광학현미경으로 관찰하였다.

Ⅲ. 실험결과

실험대상 치아 중 2개의 치아는 실험기간 동안 심한 저작시 마모에 의하여 임시충전물이 거의 탈락되어 제외시키고, 총 38개의 치아에 대하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 방사선학적 결과

본 실험에 대한 방사선학적 결과는 Table 1과 같다.

Super EBA로 충전한 군은 10개의 표본 중 5개가 1mm 이내 치조골 흡수를 보이며, 4개가 1~2mm의 골흡수를 보였으나 2mm이상인 경우도 관찰되었으며, 치근흡수는 보이지 않았고 임상적으로 비교적 양호한 것으로 보였다.

Ketac-Silver 충전군은 9개의 표본 중 2개가 1mm이내의 치근 분지부의 치조골 흡수, 4개가 1~2mm, 3개가 2mm이상의 골조직 흡수를 보였으며, 임상적으로도 약간의 염증이 있어 치근분지부의 치주낭이 깊은 경우도 보였다.

MTA 충전군은 10개의 표본 중 4개가 전혀 치조골 흡수가 없었고, 4개가 1mm이내의 아주 경미한 골흡수를, 2개가 1~2mm의 골흡수를 보였으며, 2mm이상은 관찰되지 않았고, 임상적 소견은 아주 양호하였다.

Emdogain을 사용한 충전군은 10개의 표본 중 1mm이내의 치조골 흡수인 경우가 3개, 1~2mm정도가 3개, 2mm 이상의 심한 치조골흡수를 보인 경우가 3개였으며, 치조골 흡수를 보이지 않는 경우는 관찰되지 않았다.

Table 1. Radiographic bone resorption after 3 months

material	Score of bone resorption			
	0(none)	1(slight)	2(moderate)	3(severe)
Super EBA	0	5	4	1
Ketac Silver	0	2	4	3
MTA	4	4	2	0
Emdogain	0	3	3	3

0: 치조골 흡수가 전혀 없는 경우, 1: 1mm이내의 골흡수를 보인 경우, 2: 1~2mm의 골흡수를 보인 경우, 3: 2mm이상의 골흡수를 보인 경우

Table 2. Histopathological evaluation of the healing pattern after 3 months

	Super EBA (n=10)	Ketac Silver (n=9)	MTA (n=10)	Emdogain (n=9)
PMNs infiltration	10	9	4	9
Abscess formation	4	9	0	8
Foreign body giant cells	4	7	1	6
Chronic inflammation	4	9	1	8
Capsulation	6	7	0	6
Root resorption	3	7	4	5
New cementum apposition	4	2	9	4
PDL regeneration	2	0	9	0
Osseous repair	++	+	+++	+
Epithelial down growth	5	8	1	6

+ : No repair ++ : Partial repair +++ : Osteoid repair

2. 조직병리학적 소견

본 실험에 대한 조직병리학적 결과는 Table 2와 같다.

1) SuperEBA 충전군

SuperEBA로 치근분지부 천공을 충전한 경우 많은 다핵형백혈구(PMNs)의 침윤과 함께 부분적인 농양도 관찰되었다. 이물거대세포(foreign body giant cells:FBGCs)와 형질세포, 림프구 및 대식세포들이 천공부위에서 관찰되었으며, 충전재의 표면에 약간의 FBGCs와 PMNs가 많이 관찰되었다. 흡수된 치근표면에 새로 형성된 cementum이 관찰된 경우도 있었으며, 한 표본에서는 육아조직이 침투되었다. 천공부위 하방의 골조직의 골흡수에서 새로운 골형성을 관찰할 수 있었으며, 5개의 표본에서 치은 상피조직이 치근분지부로 약간 이동된 것으로 보아 충전물과 천공부위가 구강내로 노출된 것을 알 수 있었다.

2) Ketac Silver 충전군

Ketac Silver 충전군에서는 광범위한 형질세포와 림프구와 같은 만성 염증세포들의 침윤을 볼 수 있었으며, 섬유조직으로 피막화된 것을 관찰할 수 있었다. 충전재 밑으로 농양을 보이고, 천공된 부위 옆 치근표면에 지속적인 흡수를 보이는 경우도 관찰되었고, 천공부위아래의 골에서는 새로운 골형성 없이 지속적으로 골조직의 흡수를 관찰 할 수 있었다. 10개중 8표본에서 치은 상피조직이 치근분지부로 약간 이동된 것으로 보아 충전물과 천공부위가 구강내로 노출된 것을 알 수 있었다. 전체적으로 천공부위에서 활성적인 골조직재생은 관찰되지 않았다.

3) MTA 충전군

MTA 충전군은 가장 적은 염증세포의 침윤을 보이며, 약

간의 PMNs이 천공부위에서 관찰되었다. 천공부위 변연과 충전재가 접하는 부위에서 reparative cementum이 형성되는 것과 천공부위 아래의 골조직에서 활성적인 골 형성을 관찰할 수 있었다. 충전재를 덮고 있는 새로 형성된 osteoid와 충전재 표면에서 조골세포가 관찰되었다. 또한 충전재와 매우 가까운 곳에서 새로운 골조직 형성을 보였다. 모든 MTA 충전표본에서 치은상피조직의 치근분지부로의 이동은 관찰되지 않았다.

4) Emdogain 충전군

Emdogain을 사용한 충전군에서 많은 형질세포, 림프구, FBGCs와 같은 만성 염증세포들의 심한 침윤이 있었으며, 농양이 형성된 것도 관찰되었다. 치주인대의 부착없이 지속적인 흡수가 치근표면에서 관찰되었다. 충전물 근처에는 많은 FBGCs와 PMNs이 농양과 함께 관찰되었으며, 천공부위 아래 골조직은 점차적으로 흡수되는 모습을 보였으며 치은 상피조직의 이동이 관찰되었다.

이상의 실험 3개월후 방사선학적 및 조직병리학적 결과를 종합해 보면, Ketac Silver와 Emdogain 충전군이 실험군 중에서 가장 불량한 예후를 보였고, MTA군이 가장 양호한 예후를 보였다.

IV. 총괄 및 고안

치근분지부나 치경부 및 치근 천공의 치료에 대한 성공적인 결과는 천공시 치주인대의 손상정도, 천공의 크기와 위치, 충전시기, 과충전 여부 및 충전재료에 달려있으며, 목적은 치근분지부로의 치은 상피조직의 이동이나 농양형성을 막아 치조골의 흡수를 최소화하는데 있다. 천공의 위치는 치은열구에 가까울수록 치주조직의 파괴가 심하게 나타나고 수복에 관계없이 열구상피의 증식을 초래하여 회복가능

성을 방해하며, 천공부위가 치은 열구에서 멀리 떨어진 치근 중앙부인 경우는 천공부위를 수복하지 않았음에도 불구하고 양호한 결과를 나타냈다고 보고한 바 있다¹¹⁾. 치근 분지부의 천공은 근관외동형성이나 근관입구를 찾는 경우 우발적으로 발생하며, 수복후 불량한 예후를 보이는 부위인 치근 분지부에 천공을 본 실험에서는 인위적으로 행하였다.

본 실험에서는 인위적인 치근분지부의 천공부위를 4가지 재료를 이용하여 즉시 충전하여 치료결과를 평가하였다. 사용된 4가지 재료중 Super EBA와 Ketac Silver는 천공부위 충전재로 보통 사용되는 재료이며, MTA는 최근에 실험 동물에서 사용되어 보고되었으며⁷⁾, Emdogain를 이용한 천공부위 충전에 관한 보고는 거의 없는 실정이다. 이러한 이유로 어떠한 충전재가 치료예후가 좋은지를 평가하여, 재료의 평가 및 충전하는 방법을 수술용현미경을 사용하여 결손부위를 깨끗하게 한 다음 정확하게 충전하여, 현존하는 충전재의 성공률을 높이고자 하였다.

많은 연구에서 천공부위 충전재의 선택이 치료 예후에 많은 영향을 미치는 것으로 보고되고있다^{8,10,12)}. 이상적인 충전재는 조직 친화적이고 항균적이며, 흡수되지 않고, 독성이 없어야하고 방사선 불투과성 물질이며, 적절한 밀봉상태를 유지할 수 있어야 한다¹³⁾.

Ketac Silver군은 본 실험에서 많은 만성 염증 상태를 보이며 재료에 대한 독성을 보였다. Callis와 Santini⁴¹⁾에 의하면 Ketac Silver의 주성분인 glass ionomer cement의 조직반응은 gutta percha와 Tubliseal보다 나은 것으로 보고하였으며, 28일후 골과 glass ionomer cement가 긴밀하게 접하는 것으로 보고하였다. 그러나 King 등⁴²⁾의 치근단 역충전 재료의 밀폐에 관한 연구에 의하면 Ketac Silver는 gutta percha, amalgam 및 Super EBA보다 낮은 밀폐효과를 보인다고 하였으며, 그 이유로는 상아질의 conditioning없이 glass ionomer cement를 사용하여 밀폐효과가 떨어진 것을 원인으로 보고하였다. 또한 Alhadhiny와 Himel⁴³⁾은 광중합 glass ionomer가 화학중합 glass ionomer보다 치근분지부 천공에서의 밀폐효과가 좋은 것으로 보고하였다. 그러므로 Ketac Silver는 상아질 표면에 conditioning없이 치근천공부에 주입함으로써 적절한 밀폐를 얻지못하였고, 비교적 큰 #4 round bur를 이용하여 천공을 하였으므로 천공의 크기가 커서 습기조절 및 충전재의 과충전이 넓은 부위의 만성 염증반응과 광범위한 골 파괴를 유도한 것으로 사료된다.

Hamastrom^{44,45)}은 발생되는 사람의 치아에서 cementogenesis가 시작되는 부위에 Enamel matrix protein의 주성분인 amelogenin이 발견됨을 보고하였고, dental follicle세포들이 노출되면 백악질과 유사한 조직이 형성됨을 보고하였다. enamel matrix protein으로 구성된 Emdogain은 치주병소에 주로 사용된 재료로써 골조직 재생의 양과 질이 증가된다고 보고하였고⁴⁶⁻⁴⁸⁾, 김 등³⁹⁾이 치

주 치근단 병소에서의 실험에서도 상아질 표면에 전반적인 acellular cementum이 많이 형성되었다고 보고하였다. 그러나 Emdogain을 사용함으로써 천공하방부의 골조직의 재생 및 cementum의 증식을 유도하여 성공적인 천공의 치유를 유도할 것이라는 예상과 달리 본 실험에서 Emdogain을 사용하여 IRM으로 충전한 군은 Ketac Silver와 비슷하게 많은 염증 상태를 보였다. 이는 gel형태의 Emdogain을 천공부위에 도포후 IRM 충전할 때 완전한 밀폐가 어려웠을 것으로 사료되며 이런 이유로 IRM을 단독으로 사용한 경우보다 나쁘게 나타난 것으로 사료된다.

Super EBA로 충전한 군은 천공부위의 치유와 실패를 모두 관찰할 수 있었다. Super EBA는 Ketac Silver보다 적은 독성을 보이나, 완전히 생체적합되지 않았다. 이는 Super EBA를 치근단 역충전 재료로 사용한 많은 연구와 일치하였다^{23,49-52)}. Oynick과 Oynick²³⁾은 새로운 치근단 역충전 재료로서 생체적합하고, amalgam보다 잘 적합하며, 재료 표면으로 collagen fiber가 자라는 것을 관찰할 수 있었다고 보고하였다. Pitt Ford 등⁷⁾은 원숭이에서 치아재식시 IRM, Cavit과 Super EBA를 사용한 경우 Super EBA 표면에서 거대세포를 발견하였으며, 충전재가 IRM보다 적은 반응을 보였다고 보고하였다. 본 연구에서 거대세포가 직접 Super EBA에 붙어 있었으나, Pitt Ford⁵⁰⁾가 보고한 결과만큼 미약하지는 않았으며 하루 골조직의 심한 파괴를 보이는 경우도 있었다. Chong 등⁵¹⁾의 충전재의 세포독성에 관한 연구에서 Super EBA는 amalgam과 차이가 없는 것으로 보고하였고 Dorn과 Gartner²⁴⁾의 연구에서도 같은 결과를 보고하였다. 본 연구에서도 Super EBA는 치유를 촉진할 수 있는 미약한 염증반응을 보이나 독성을 보였으며 하루 골조직의 파괴와 농양을 관찰할 수 있었다.

Super EBA의 치주조직쪽의 밀폐능력도 또한 의문시되는 것으로 수술용 현미경 사용 시 치관부의 변연접합은 확인 가능하나 치주조직쪽은 불가능하다. 그러나 Super EBA를 사용할 때 조금씩 첨가하여 천공부위를 밀봉하므로 적절히 변연접합이 될 것으로 사료되며 주입하는 Ketac Silver와는 다를 것으로 사료된다. Owadally 등⁵³⁾은 IRM과 비교하였을 때 Super EBA가 좋은 밀폐능력을 보였다고 보고하였고, Molony 등⁵⁴⁾도 발치한 단근치의 측방천공부위에서 SuperEBA가 glass ionomer cement와 amalgam보다 좋은 밀폐능력을 보인 것으로 보고하였다.

MTA로 충전한 군은 가장 좋은 치유상태를 보였으며, MTA 표면위로 cementum과 같은 물질이 유도되는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 현상은 Pitt Ford 등⁷⁾의 원숭이에서의 치근분지부에서의 MTA를 이용한 연구 결과와 일치하였다. Torabinejad 등^{27,31)}은 MTA의 세포독성에 관한 연구에서 MTA가 가장 적었으며, amalgam, Super EBA, IRM 순으로 나타난 것으로 보고하였다. 또한 guinea pig를 이용한 실험에서도 Super EBA와 MTA가 가장 적은 염

증을 보이며 생체접합성이 있는 것으로 보고하였다³³⁾.

많은 연구에서 천공부위가 과충전되었을 때 실패정도가 가장 높다고 보고하였다^{11,12,18,19,21,55)}. 그러나 본 실험에서는 MTA위로 cementum의 과형성이나 치주인대의 부착이 관찰되며 성공적인 치유를 보였다. 이러한 결과는 충전재의 생체적합성에 기여한다고 사료된다.

MTA의 밀폐정도는 Torabinejad 등³¹⁾이 발치한 단근치의 역충전하여 SEM으로 조사한 결과 MTA가 IRM, Super EBA, Amalgam보다 월등히 뛰어난 것으로 보고하였으며, Lee 등⁵⁶⁾은 측방 천공부위에서 MTA가 amalgam이나 IRM보다 변연누출이 적었으며, MTA가 가장 적게 과충전되는 경향을 보인다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 실험과 달리 천공부위에서의 조작이 어려웠으며, 과충전이 존재하였다. 이러한 차이는 사용한 MTA의 농도나 mesing gun 때문인 것으로 사료된다. 또한 Torabinejad 등²⁹⁾은 혈액으로 오염된 부위에서의 밀폐능력은 MTA가 amalgam, Super EBA나 IRM보다 뛰어난 것으로 보고하였으며 이는 MTA는 친수성으로 완전히 건조할 수 없는 경우에도 사용할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문으로 보고하였으며, 본 실험의 결과와 일치하였다.

본 실험에서 근관치료 중 생기는 치근분지부의 천공에 대한 충전재 중 MTA가 가장 양호한 결과를 보였고, 그 다음은 Super EBA였으며, Emdogain과 Ketac Silver가 가장 불량한 것으로 나타났다. 따라서 본 실험의 결과를 미루어 볼때 성견의 경우 치근분지부 천공수복시 MTA를 사용하여 즉시 충전하는 것이 가장 바람직하다고 할 수 있으며, 이는 앞으로 MTA에 대한 임상적 실험을 통한 보다 장기적이고 더 많은 연구가 필요한 것으로 사료된다.

V. 결 론

치근분지부 천공부위의 치유에 관한 연구를 위해 성견의 40개 치아에서 인위적인 천공을 유발시켜 수술현미경을 이용하여 치근 분지부의 천공을 Super EBA, Ketac silver, MTA 및 Emdogain을 사용하여 치료한 결과를 방사선적, 조직학적으로 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 정도의 차이는 있으나 모든 실험군에서 천공부위로의 과충전과 염증세포의 침윤이 보였다. MTA를 제외한 모든 군에서는 치은 상피세포의 하방이동이 보였다.
2. Ketac Silver 충전군과 Emdogain 충전군은 심한 염증 반응 및 골 흡수를 보이며 실험군 중 가장 불량한 예후를 보였다.
3. Super EBA로 충전한 군은 중증도의 염증반응과 새로 형성된 골조직을 관찰할 수 있어, 비교적 양호한 결과를 보였다.
4. MTA로 충전한 군은 가장 미약한 염증 상태를 보이며, 활성적인 골형성과 부분적인 cementum의 형성도 관찰

되어 가장 좋은 예후를 보였다.

참 고 문 헌

1. Beavers, R. A., Bergenholtz, G., and Cox, C.F.. Periodontal wound healing following intentional root perforations in permanent teeth of Macaca Mulatta. *Int. Endod Journ* 1986;19:36-44.
2. Seltzer S., Bender I. B., Smith J., Freedman I, Nazimov H.. Endodontic failures: an analysis based clinical roentgenographic and histologic findings. *Oral Surg* 1967; 23: 500-30.
3. Ingle J. I.. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg* 1961;14:83-91.
4. Seltzer, S., Sinai, I., and August, D.. Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res* 1970;49:332-339.
5. Aguirre, R., El Deeb, M. E., and El Deeb, M.E.. Evaluation of the repair of mechanical furcation perforations using amalgam, gutta-percha, or indium foil. *J Endod* 1986;12:249-256.
6. Petersson, K., Hasselgren, G., and Tronstad, L.. Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:22-28.
7. Pitt Ford, T. R., Torabinejad, M., McKendry, D. J., Hong, C. U., and Kariyawasam, S. P.. Use of Mineral Trioxide Aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* 1995;79:756-763.
8. Himel, V. T., Brady, J Jr., and Weir, J Jr.. Evaluation of repair of mechanical perforations of the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate of calcium hydroxide. *J Endod* 1985;11:161-165.
9. Himel, V. T. and Alhadaint, H. A.. Effect of dentin preparation and acid etching on the sealing ability of glass ionomer and composite resin when used to repair furcation perforations over plaster of Paris barriers. *J Endod* 1995;21:142-145.
10. ElDeeb, M. E., El Deeb, M., Tabibi, A., and Jensen, J. R.. An evaluation of the use of amalgam, Cavit, and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations. *J Endod* 1982;8:459-466.
11. Jew, R. C. K., Weine, F. S., Keene, J. J., and Smulson, M. H.. A histologic evaluation of periodontal tissues adjacent to root perforations filled with Cavit. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* 1982;54:124-135.
12. Balla, R., LoMonaco, C. J., Skribner, J., and Lin, L.M.. Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam, and life. *J Endod* 1991;17:234-238.
13. Sinai, I. H.. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assn* 1977;95:90-95.
14. Martin, R. L., Gilbert, B., and Dickerson, A. W.. Management of endodontic perforations. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* 1982;54:668-677.
15. Arens, D. E. and Torabinejad, M.. Repair of furcal perforations with Mineral Trioxide Aggregate: two case reports. *Oral Surgery Oral medicine Oral pathology* 1996;82:84-88
16. Frank, A. L.. Resorptions, perforations, and fractures. *Dental Clinics of North America* 1974;18:465-487.
17. Oswald, R. J. Procedural accidents and their repair. *Dental Clinics of North America*. 1979;23:593-616.
18. Benenati, F. W., Roane, J.B., and Biggs, J.T.. Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. *J Endod* 1986;12:161-166.

19. Alhadainy, H. A. and Himel, V. T.. An in vitro evaluation of Plaster of Paris barriers used under amalgam and glass ionomer to repair furcation perforations. *J Endod* 1994;20:449-452
20. Kvinnsland, I. , Oswald, R. J. , Halse, A. , and Gronningseter, G.. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod Journ* 1989;22:75-84.
21. Lantz, B. and Persson, P.. Periodontal tissue reactions after surgical treatment of root perforations in dogs' teeth a histologic study. *Odont Revy* 1970;78:51-62.
22. Bramante, C. M. and Berbert, A.. Root perforations dressed with calcium hydroxide or zinc oxide and eugenol. *J Endod* 1987;13:392-395.
23. Oynick, J. and Oynick, T.. A study of a new material for retrograde fillings. *J Endod* 1978;4:203-206.
24. Dorn, S. O. and Gartner, A. H.. Retrograde Filling Materials: a retrospective success-failure study of amalgam, EBA, and IRM. *J Endod* 1990;16:391-393.
25. Dazey, S. and Senia, S.. An in vitro comparison of the sealing ability of materials placed in lateral root perforations. *J Endod* 1990;16:19-23.
26. Torabinejad, M., Watson, T. F., and Pitt Ford, T. R.. Sealing ability of a Mineral Trioxide Aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993;19:591-595.
27. Torabinejad, M., Hong, C. U., Pitt Ford, T. R., and Kettering J. D.. Cytotoxicity of four root end filling materials. *J Endod* 1995;21:489-492.
28. Torabinejad, M., Smith, P. W., Kettering J. D., and Pitt Ford, T. R.. Comparative investigation of marginal adaptation of Mineral Trioxide Aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod* 1995;21:295-299.
29. Torabinejad, M., Higa, R., McKendry, D. J., and Pitt Ford T. R.. Dye Leakage of four root end filling materials: effect of blood contamination. *J Endod* 1994;159-163.
30. Torabinejad, M., Rastegar, A. F., Kettering J. D., and Pitt Ford, T. R.. Bacterial leakage of Mineral Trioxide Aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995;21:109-112.
31. Torabinejad, M., Hong, C. U., McDonald, F., and Pitt Ford, T. R.. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21:349-353.
32. Torabinejad, M., Hong, C. U., Pitt Ford, T. R., and Kettering J. D.. Antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endod* 1995;21:403-406.
33. Torabinejad, M., Hong, C. U., Pitt Ford, T. R., Kariyawasam, S. P.. Tissue reaction to implanted super EBA and Mineral Trioxide Aggregate in the mandible of Guinea Pigs: A Preliminary Report. *J Endod* 1995;21:569-571.
34. Torabinejad, M., Hong, C. U., Lee, S. J., Monsef, M., and Pitt Ford, T. R.. Investigation of Mineral Trioxide Aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod* 1995;21:603-608.
35. Armitage G. C.. *Cementum*. Bhaskar SN(ed). *Orban's oral histology and embryology*. 10th edition, 175-195. St Louis: Mosby Co., 1986.
36. Bosshardt D. D., Schroeder H. E.. Cementogenesis reviewed. A comparison between human premolars and rodent molars. *The Anatomical Record* 245:267-292, 1992
37. Brookes S. J., Robinson C., Kirkham J., Bonass W. A.. Biochemistry and molecular biology of amelogenin proteins of developing dental enamel. *Archives of Oral Biology* 1995;40:1-14.
38. Heijl L.. Periodontal regeneration with enamel matrix derivative in one human experimental defect. A case report. *J Clin Periodontol* 1997;24:693-696.
39. 김정혜, 백승호, 윤수환. 성경 하악의 치주-치근단 실험적 복합병소에서 골조직 재생에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 24: 286-298, 1999.
40. Donath K., Breuner G. A., A method for the study of undecalcified bone and teeth with attached soft tissue. The Saage-Schliff technique. *J Oral Pathol* 1982;11:318.
41. Callis, P. D. and Santini, A.. Tissue response to retrograde root fillings in the ferret canine: a comparison of a glass ionomer cement and gutta percha with sealer. *Oral Surg* 1987;64:475-479.
42. King, K. T., Anderson, R. W., Pashley, D. H., and Pantera, Eugene A. Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. *J Endod* 1990;16:307-310.
43. Alhadainy, H.A. and Himel, V. T.. Comparative study of the sealing ability of light-cured versus chemically cured materials placed into the furcation perforations. *Oral Surgery Oral Medicine, Oral pathology* 1993;76:338-342.
44. Hammarstrom L.. Enamel matrix and cementum development, repair and regeneration. *J Clin Periodontol* 1997; 24:654-668.
45. Hammarstrom L., Heijl L., Gestrelus S.. Periodontal regeneration in buccal dehiscence model in monkeys after application of enamel matrix proteins *J Clin Periodontol* 1997;24:669-677.
46. Pontoriero R., Nyman S., Ericsson I., Lindhe J.. Guided tissue regeneration in surgically-induced furcation defects. An experimental study in the beagle dog. *J Clin Periodontol* 1992;19:159-163.
47. Caffesse R. G., Nasjleti C. E., Plotzke A. E., Anderson G. B., Morrison E. C.. Guided tissue regeneration and bone grafts in the treatment of furcation defects. *J Periodontol* 1993;64:1145-1153.
48. Robert P. M., Frank R. M.. Periodontal guided tissue regeneration with a new resorbable polyactic acid membrane. *J Periodontol* 1994;65:414-422.
49. Pitt Ford T. R., Andreassen, J. O., Dorn, S. O., and Kariyawasam, S. P.. Effect of Super EBA as a root end filling on healing after replantation. *J Endod* 1995;21:13-15.
50. Pitt Ford T. R., Andreassen, J. O., Dorn, S. O., and Kariyawasam, S. P.. Effect of various Zinc Oxide materials as root-end fillings of healing after replantation. *Int Endod Journ* 1995;28:273-278.
51. Chong, B. S., Owadally, I. D., Pitt Ford, T. R., and Wilson, R. F.. Cytotoxicity of potential retrograde root-end filling materials. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:129-133.
52. Trope, M., Lost, C., Schmits, H. J., and Friedman, S.. Healing of apical periodontitis in dogs after apicoectomy and retrofilling with various filling materials. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* 1996;81:221-228.
53. Owadally, I. D., Chong, B. S., Pitt Ford, T. R., and Watson, T. F.. The sealing ability of IRM with the addition of hydroxylapatite as a retrograde root filling. *Endod Dent Traumatol*. 1993;9:211-215.
54. Moloney L. G., Feik, S. a., and Ellender, G.. Sealing ability of three materials used to repair lateral root perforations. *J Endod* 1993;19:59-62.
55. Lants, B. and Persson, P.. Periodontal tissue reactions after root perforations in dogs' teeth: A histologic study. *Odont Tidshkr* 1967;75:209-236.
56. Lee, S. J., Monsef, M., and Torabinejad, M.. Sealing ability of a Mineral Trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993;19:541-544.

사진부도 설명

- Fig. 1. Ketac Silver Group: Immediate postoperative radiograph
- Fig. 2. Ketac Silver Group: 3 months postoperative radiograph
- Fig. 3. Super EBA Group: Immediate postoperative radiograph
- Fig. 4. Super EBA Group: 3 months postoperative radiograph
- Fig. 5. MTA Group: Immediate postoperative radiograph
- Fig. 6. MTA Group: 3 months postoperative radiograph
- Fig. 7. Emdogain Group: Immediate postoperative radiograph
- Fig. 8. Emdogain Group: 3 months postoperative radiograph
- Fig. 9. Ketac Silver Group: The large chronic abscess formation under the perforation is shown.
- Fig. 10. Ketac Silver Group($\times 25$): The arrow points to plaque, chronic inflammatory cells beneath the restorative material and epithelium beneath the repair.
- Fig. 11. Ketac Silver Group($\times 40$): The arrow points to the surface of the material with an accumulation of PMNs on the surface.
- Fig. 12. Super EBA Group: The chronic abscess with capsular formation walling off the toxic material from the healthy tissues is shown.
- Fig. 13. Super EBA Group($\times 15$): The EBA material and lateral root surface without resorption of the dentin cementum complex and a large infiltrated inflammatory cells are shown.
- Fig. 14. Super EBA Group($\times 40$): Plasma cells and lymphocytes are shown.
- Fig. 15. MTA Group: Note the close approximation of new osseous apposition and new osseous cementum attached to the material.
- Fig. 16. MTA Group($\times 25$): New PDL attachment from the bone and inserting into the MTA material is shown. Also the resorption area on the lateral root surface with new fiber insertion is found.
- Fig. 17. MTA Group: The arrow points to new apposition of osseous cementum attached to the MTA material.
- Fig. 18. Emdogain Group: The large abscess impeding new bone apposition is shown.
- Fig. 19. Emdogain Group: The arrow points to a mixed abscess with capsular formation and minor resorption of the lateral root surfaces.
- Fig. 20. Emdogain Group($\times 25$): A large predominant polymorphonuclear, leukocytic inflammatory infiltrate is shown.

사진부도 ①

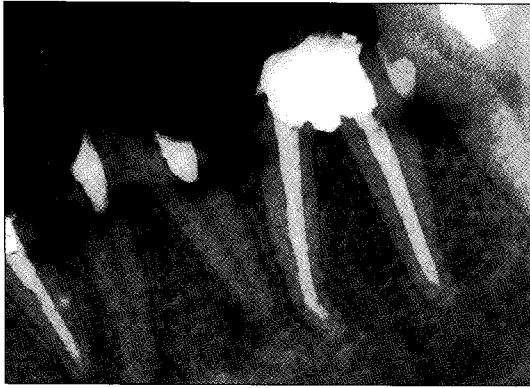


Fig. 1

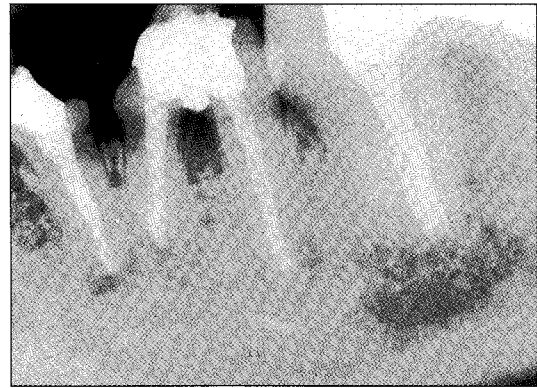


Fig. 2



Fig. 3

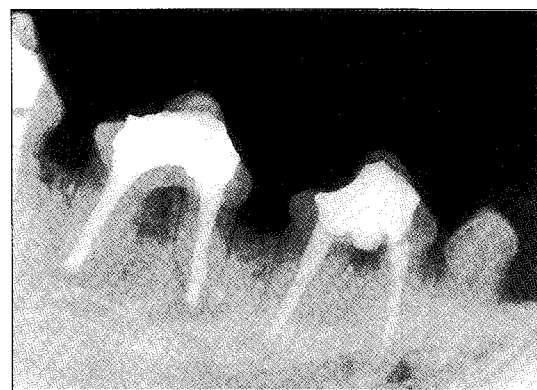


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

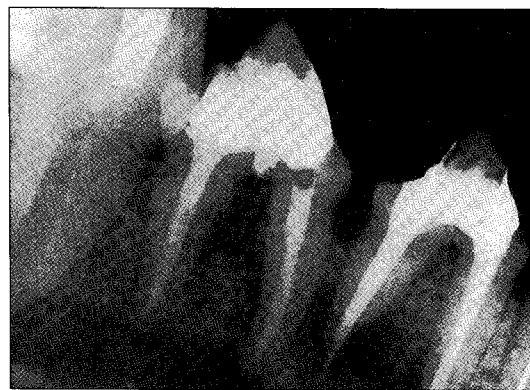


Fig. 7

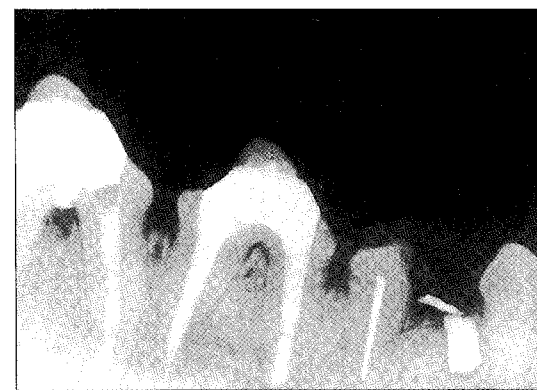


Fig. 8

사진부도 ②

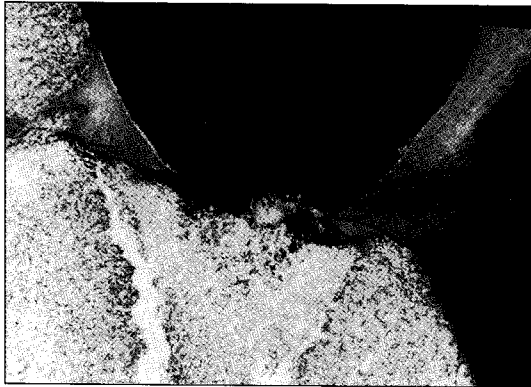


Fig. 9

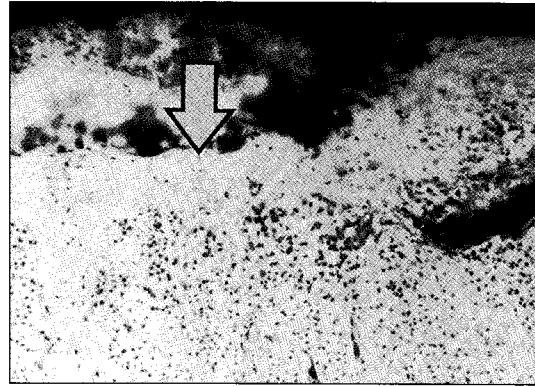


Fig. 10

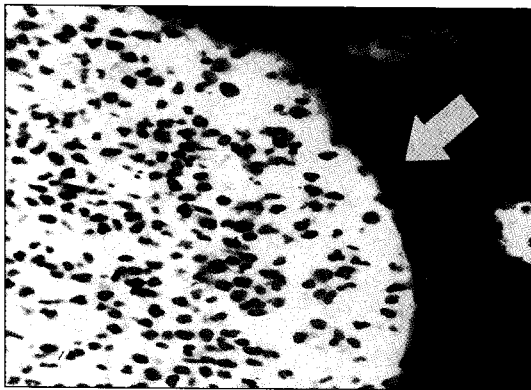


Fig. 11

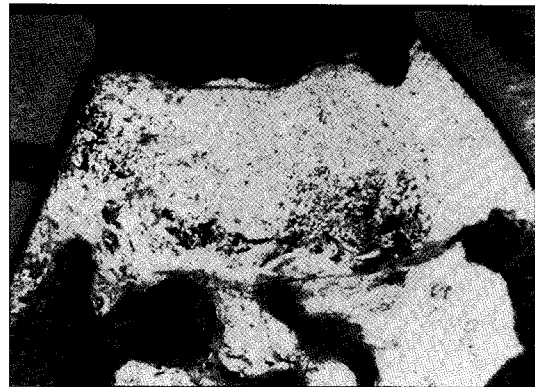


Fig. 12



Fig. 13

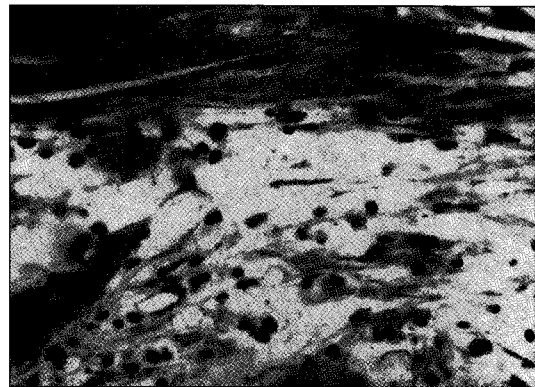


Fig. 14



Fig. 15

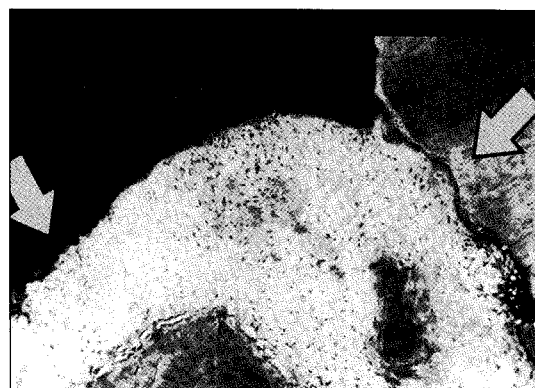


Fig. 16

사진부도 ③

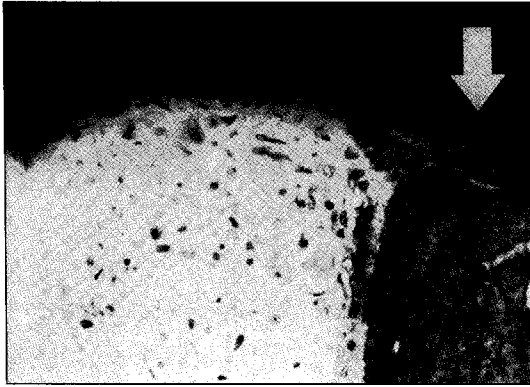


Fig. 17



Fig. 18

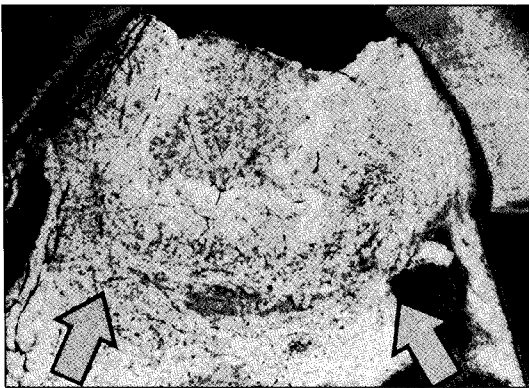


Fig. 19

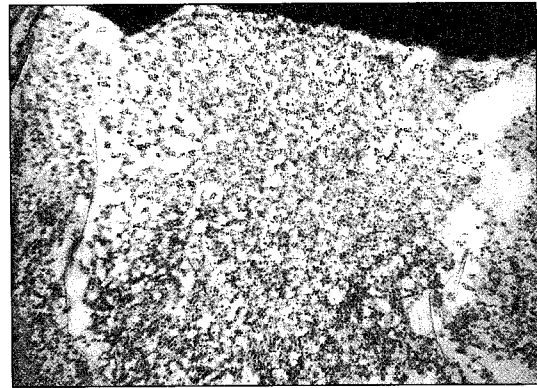


Fig. 20