

황산칼슘, 아말감 및 수산화칼슘이
치근분지부 천공부위에 미치는
치유효과에 관한 비교 연구

연세대학교 치과대학 치과보존학교실

강충규 · 노병덕 · 이승중

Abstract

AN EVALUATION OF THE EFFECT OF CALCIUM SULFATE,
AMALGAM AND CALCIUM HYDROXIDE IN THE
REPAIR OF FURCATION PERFORATIONS

Chung-Kyu Kang, Byoung-Duck Roh, Seung-Jong Lee

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

Finding a right repair material for furcation perforation is one of the major issues in clinical endodontics. In this experiment, three materials, calcium sulfate, amalgam, and calcium hydroxide were tested for perforated furcation repair. Sixty premolars and molars of five dogs were used. A #4 round bur was used to create the perforation. All experimental teeth were divided into two repair-time groups. One was immediate-repair group, where the perforation was repaired immediately, the other was delayed-repair group, where the perforation was left open for four weeks and then repaired with the same manner as in the immediate-repair group. All chamber openings were sealed with amalgam and then radiographed. The animals were sacrificed at eighth week following the repair procedure. Radiographic evaluation for furcal bone destruction was done. Histologic evaluation was ranked as 0,1,2,3 according to the inflammation degrees. New bone formation was also recorded. The following conclusions were drawn within the limits of the experimental results :

1. In immediate-repair group, no significant differences existed between the materials.

2. In delayed-repair group, calcium sulfate showed significantly less furcal bone destruction and lower inflammation degree than amalgam. ($p < 0.05$)
3. Overextruded specimens showed more severe inflammation than unextruded specimens.
4. Most of the specimens showed certain degrees of inflammatory reaction and incomplete hard tissue healing.
5. In delayed-repair group, treated group showed less inflammation than untreated control group.

Key words : calcium sulfate, amalgam, calcium hydroxide, furcation area, perforation, overextrusion.

I. 서 론

치근의 천공은 치아의 흡수성질환이나 근관치료중의 우발적인 사고에 의하여 흔히 일어난다. 근관치료중 일어나는 치근의 천공은 근관치료의 예후에 심각한 영향을 미치게 되는데 Ingle¹⁹⁾의 보고에 의하면 치근의 천공은 근관치료 실패의 두번째 요인으로 전체 실패건수의 9.6%에 달한다고 했으며 Seltzer등⁴²⁾은 근관치료 실패의 3.5%가 천공에 의해 일어난다고 보고하였다.

근관치료 술식과 연관된 치근의 천공은 일찌기 1893년 Smale과 Colyer⁴⁶⁾에 의해 보고되었고 그 후 Peeso³²⁾는 이러한 손상은 밀봉되어야 한다고 기술하였으며 치근천공에 대한 초기의 조직학적 연구^{12, 21, 22, 39)}는 천공과 인접한 부위에서 치주조직의 파괴와 염증을 보고한 바 있다.

치근치경부에서 일어나는 치근의 천공은 치근단과 치근중앙에서 일어나는 천공보다 예후가 나쁘며 그 중에도 치근분지부의 천공은 예후가 가장 좋지 않다. 이는 천공에 의한 외상과 그 염증반응이 치은열구를 통한 외부환경과 쉽게 연결되어 비가역성 치주질환을 유발할 수 있고 천공부위가 즉시 밀봉되더라도 상피의 증식과 치주낭형성이 일어날 수 있으며 치주부착이 소실되고 대부분의 경우 회복이 불가능하게 되어 치아가 소실될

수 있기 때문이다. ^{8, 15, 27, 41, 42, 51)}

또한 치근천공의 예후는 천공의 위치와 크기, 천공 후 경과된 시간, 술자의 능력, 치유에 사용된 재료의 종류등과 같은 여러 요인에 의해 좌우되기 때문에 여러 저자들이 치근천공의 치유에 효과가 있는 재료에 대한 많은 연구를 진행해왔다.

천공치료의 목적이 손상된 부위를 밀봉하여 주고 새로운 치주조직의 재생을 돕는 것이라 할 때 여기에 사용되는 재료는 조직에 대한 독성이 없고 비흡수성이며 염증 반응을 야기하지 않고 경조직의 재생을 유도하며 수분이 있는 상태에서의 밀봉효과가 뛰어나야 할 것이다.

이러한 목적을 위해 여러재료들이 사용되어 왔으며 아말감^{1, 4, 7, 11, 38, 44)}, Cavit^{11, 17, 20, 44)}, zinc oxide eugenol cement^{9, 42)}, gutta-percha^{1, 7, 23, 25)}, indium foil^{1, 2, 44)}, 수산화칼슘(calcium hydroxide)^{9, 11, 14, 18, 29)} 그리고 hydroxyapatite, ^{4, 38)} tricalcium phosphate^{18, 45)}같은 골 대체 물질 및 최근에 개발된 mineral trioxide aggregate^{35, 52)}가 그것이다.

아말감은 치근천공의 치료를 위해 가장 널리 사용되어온 재료로서 ElDeeb등¹¹⁾은 성견의 치근분지부 천공시 수산화칼슘과 Cavit에 비해 아말감을 사용한 경우 더 좋은 결과를 보고했고 Benenati⁷⁾와 Aguirre등¹⁾ 역시 아말감을 사용한 연구에서 성공적인 결

과를 보고했으며 Sinai⁴⁴⁾는 천공이 일어났을 때 즉시 천공부위를 아말감으로 밀봉하여 줄 것을 권장했는데 이들의 주장은 아말감의 낮은 용해도와 뛰어난 밀봉효과가 천공치유의 성공에 기여한다는 것이다. 하지만 아말감은 과충전시 조직에 심한 자극을 야기하며 염증이 존재하는 천공부위에서는 염증을 경감시킬 만한 아무런 약리학적 작용을 기대할 수 없는 단점이 있다.

Harris¹⁷⁾는 환자들의 임상평가에서 Cavit을 사용한 경우 87%에서 만족할 만한 결과가 나타났음을 보고했고 Jew^{등²⁰⁾}도 Cavit을 사용한 후 fibrous encapsulation이 관찰되었음을 보고했으며 zinc oxide eugenol^{9,42)}이나 Super-EBA³¹⁾ 같은 reinforced zinc oxide eugenol cement 역시 많은 저자들에 의해 실험되었지만 eugenol의 독성이 항상 논란이 되어왔다.

Frank와 Weine^{등¹⁴⁾}은 1973년 수산화칼슘을 병변이 있는 천공부위에 사용하였을 때, 특히 좋은 결과를 얻었다고 보고했고 Bramante^{등⁹⁾}은 천공부위에 수산화칼슘과 iodoform을 처치했을 때 활발한 백아질형성이 일어났다고 보고한 반면 ElDeeb¹¹⁾이나 Himel^{등¹⁸⁾}은 수산화칼슘이 천공부위 주변에서 calcific barrier를 형성할 수 있는지에 대한 의문점을 제기했다.

치근천공의 치료에 있어서 수복재의 과충전은 매우 중요한 문제인데 이는 수복재를 천공부위에 충전하는 동안 일어나는 것으로 Benenati^{등⁷⁾}은 천공치료 실패의 69%가 재료의 과충전과 연관되어 있다고 보고했다.

최근 Torabinejad^{등⁵²⁾}은 수복재료로서 mineral trioxide aggregate를 아말감, IRM[®]과 비교한 연구결과에서 mineral trioxide aggregate의 밀봉효과가 가장 좋고 재료의 과충전도 가장 적었음을 보고했으며 Pitt Ford^{등³⁵⁾}은 분지부천공에 mineral trioxide aggregate를 사용하여 아말감과 비교한 연구에서 충전재 주위로 백아질형성이 일어났다는 성공적인 결과를 보고했다.

또한 Himel^{등¹⁸⁾}은 치근분지부의 천공에 tri-

calcium phosphate를 사용하여 성공적인 치유를 보고하였고 Sinai^{등⁴⁵⁾}은 동물실험에서 Cavit보다 tricalcium phosphate에서 염증이 적었음을 보고하였으며 Roane^{등³⁸⁾}은 hydroxylapatite를 사용한 실험에서 성공적인 결과를 보고하였다.

황산칼슘(Calcium sulfate, plaster of Paris)은 치주학자에 의해 많이 연구되고 사용되었는데 1958년 Peltier³³⁾는 황산칼슘이 골손상부위의 신속한 치유에 기여함을 보고하였으며 Radentz^{등³⁶⁾}은 골연하상에 황산칼슘을 채워서 조절군과 비교한 동물실험에서 황산칼슘군은 조절군보다 빠르고 성숙한 치유를 나타냈고 치유가 끝난 상태에서 조절군보다 bone level이 더 높았다고 보고했는데 이는 황산칼슘이 손상부위에서 골형성이 일어나는 동안 상피의 하방성장을 막아주었기 때문이라고 설명했다. 1966년 Bahn³⁾은 황산칼슘을 골대체물질로 소개하면서, 새로운 골이 형성되는 시간과 일치하는 빠른 흡수 때문에 황산칼슘을 손상이 큰 부위의 치료에 유용하게 사용할 수 있고 이물반응이 적어서 염증성 골손상부위의 치료에 효과적으로 사용할 수 있다고 보고했다. 또한 1988년 Yamazaki^{등⁵³⁾}은 황산칼슘을 정제된 bone morphogenic protein에 첨가했을 때 골형성이 증가함을 보고했고 Sottosanti⁴⁷⁻⁴⁹⁾는 치주조직 재생 유도술식에서 안전하고 효과적인 흡수성의 barrier로써 황산칼슘을 소개했다.

또한 치근천공 발생시 경과된 시간은 예후에 영향을 미치는 또 하나의 중요한 요소이다. Seltzer^{등⁴¹⁾}은 가능한 빨리 천공 부위를 막아줄 것을 권했고 많은 연구에서^{8, 15, 16, 24, 25, 42, 44, 51)} 천공부위가 즉시 밀봉되었을 때 예후가 좋다고 나타났는데 이는 천공부위가 오랫동안 방치 되었을 경우, 치주조직의 파괴가 급속히 일어나 차후 수복재가 위치되어도 치주인대와 치조골의 완전한 재생이 어렵기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 습기가 있는 상태에서 경화되고 대체적으로 양호한 조직반응이 보고된 황산칼슘을 치근분지부 천공치료

에 사용하여 그 효과를 치근천공 치료에 전통적으로 사용되어온 아말감, 수산화칼슘과 비교하고 즉시치치균과 지연치치균에서 이들의 치유효과를 비교, 평가하고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

임상검사와 방사선 검사를 통해 선택된 건강한 치아와 치주조직을 가진 5마리의 성견이 사용되었고 각각의 상하악 소구치와 제1대구치 60개가 시편으로 사용되었다.

Sodium pentothal(65mg/ml)을 정맥내에 주사하여 전신마취 한 후 #330 bur와 Endo Z bur(Maillefer, Swiss)를 사용하여 교합면 삭제와 근관와동을 형성하였다. Barbed broach와 H-file을 사용하여 치수를 제거하고 근관을 확대하였으며 No.30에서 No.70까지의 master file이 근관의 형태 및 크기와 동물의 나이에 따라 사용되었다.

Saline과 2.5% sodium hypochlorite를 사용하여 근관을 세척하고 소독된 paper point로 근관을 건조시킨후 근관하방 2/3는 Vitapex®(Morita, Japan)로 filling 하고 근관 상방 1/3은 IRM®(Dentsply, U.S.A.)으로 밀봉하였다. 치수강내의 모든 잔사들을 제거하고 #4 round bur로 치근분지부의 중앙부위를 천공하였다.

천공형성시에는 하방 치조골에의 손상을 최소화하기 위해 paper point와 전기근관장 측정기구인 Root ZX(Morita, Japan)를 사용하여 조심스럽게 시행하였다. Saline으로 천공부위를 세척한 후 소독된 cotton pellet을 이용하여 지혈을 시행하였다.

60개의 실험치아 중 즉시치치균으로 사용된 30개의 치아에서 천공형성 직후 아말감, 수산화칼슘, 황산칼슘을 무작위로 각각 천공부위에 밀봉하고 아말감으로 전체 와동을 충전하였다.

나머지 지연치치균으로 사용된 30개의 치아는 천공형성 후 구강내 환경에 노출시켜 치근분지부에서 염증이 일어나도록 유도하였으며 4주 후 방사선사진으로 천공부위의

골소실을 확인하고 즉시치치균에서와 같은 방법으로 시행하였다.

실험과정에서 아무런 처치도 하지 않은 2개의 치아는 음성대조군으로, 지연치치균으로 사용된 30개 치아중 천공후부터 희생때까지 구강내 환경에 방치된 2개의 치아는 양성대조군으로 사용하였다.

모든 치아에서 치료 전후와 희생전에 방사선사진을 촬영하였으며 천공 수복 8주 후 성견을 경동맥 infusion 방법으로 희생시키고 상하악골을 분리하였다. 적절한 골조직을 10% buffered formalin 용액에 고정시킨 후 5% 질산에 6일간 탈회시켜서 paraffin에 포매하였다. 천공부위에서 4um 두께로 협설방향의 연속절편을 만들어 hematoxylin-eosin 염색한 후 광학현미경으로 관찰하였다.

<평가>

1. 방사선학적 평가

치근분지부의 골과피현상은 수복 직후의 사진과 최종 방사선사진을 비교하여 평가하였으며 다음 기준에 의해 순위를 기록하였다.

0 : radiolucency가 없는 경우

1 : radiolucency가 1mm보다 작은 경우

2 : radiolucency가 1mm보다 큰 경우

2. 조직학적 평가

염증반응에 대한 평가는 다음 기준에 의해 순위를 기록하였다.

0 : 염증반응이 없는 경우

1 : 경미한 염증반응, 만성염증세포 수가 적은 경우.

2 : 중등도의 염증반응, 염증세포 수가 많은 경우

3 : 심한 염증반응, 급성 및 만성염증세포들이 광범위하게 존재하는 경우

위의 순위를 이용하여 Mann-Whitney U-test로 분석하였고 SAS 6.0 package program을 사용하여 통계처리하였다.

조직학적 관찰에서는 염증반응의 정도, 치아와 골조직의 흡수 및 형성, 이물반응, 상피의 형성, 부종의 정도등을 관찰하였다.

III. 실험 결과

1. 방사선학적 관찰

분지부의 골파괴현상에 대한 방사선학적인 평가는 Table 1과 Table 2에 나타나 있다.

즉시치치군에서는 수산화칼슘군에서 가장 심한 골파괴현상이 일어났고 황산칼슘군에서 가장 미약한 골파괴현상이 일어났지만 각군 간의 통계학적인 유의차는 없었다.

지연치치군에서는 천공형성후 구강내에 방치한 결과 수복전사진에서 모든 시편이 치근분지부 하방의 골파괴현상을 나타냈고 수복후사진과 회생후사진을 비교한 평가에서 황산칼슘군이 아말감군보다 적은 골파괴현상을 나타냈으며($p < 0.05$) 아말감과 수산화칼슘 그리고 수산화칼슘과 황산칼슘 간에는

통계학적인 유의차가 없었다.

2. 조직학적 관찰

염증반응에 대한 조직학적인 평가는 Table 3과 Table 4에 나타나 있으며 신생골 형성에 대한 빈도는 Table 5에 나타나 있다.

대부분의 시편에서 염증반응이 관찰되었고 천공부위의 완전한 경조직치유는 어느시편에서도 관찰되지 않았다.

일반적으로 재료의 과충전이 일어난 시편은 그렇지 않은 시편보다 심한 염증반응을 나타냈으며 같은 정도의 과충전이 일어난 경우 아말감군에서 보다 심한 염증반응이 나타났다.

황산칼슘군은 다른군에 비해 부종이 약하게 나타났다.

Table 1. Radiographic results of furcal bone destruction in immediate-repair group

radiolucency \ group	Amalgam	Calcium hydroxide	Calcium sulfate
none	3	1	5
<1mm	3	4	3
>1mm	2	2	0
total specimens	8	7	8

Table 2. Radiographic results of furcal bone destruction in delayed-repair group

radiolucency \ group	Amalgam	Calcium hydroxide	Calcium sulfate
none	0	3	4
<1mm	5	3	3
>1mm	2	1	0
total specimens	7	7	7

* statistically significant ($p < 0.05$)

Table 3. Histological results of inflammation in immediate-repair group

inflammation \ group	Amalgam	Calcium hydroxide	Calcium sulfate
none	0	0	0
mild	4	1	3
moderate	2	6	3
severe	2	0	2
total specimens	8	7	8

Table 4. Histological results of inflammation in delayed-repair group

inflammation \ group	Amalgam	Calcium hydroxide	Calcium sulfate
none	0	0	1
mild	1	2	4
moderate	2	3	2
severe	4	2	0
total specimens	7	7	7

* statistically significant (p<0.05)

Table 5. Frequency of bone formation

	Amalgam	Calcium hydroxide	Calcium sulfate
Immediate group	4/8	5/7	2/8
Delayed group	3/7	5/7	6/7

즉시치치군에서는 염증반응에 대한 각 군 간의 비교에서 통계학적인 유의차가 나타나지 않았으며 수산화칼슘군에서 신생골형성이 가장 많이 일어났다.

지연치치군에서는 황산칼슘군이 아말감군보다 약한 염증반응을 일으켰고(p<0.05) 신생골형성 역시 황산칼슘군에서 가장 많이 일어났으며 아말감군에서 가장 적게 일어났다.

군 각각의 조직학적 소견

(1) 즉시치치군

제1군(아말감)

염증반응 : 전체 8개 중 4개의 시편에서 경미한 염증반응이 나타났고 중등도의 염증과 심한 염증반응이 각각 2개의 시편에서 관찰되었으며 다양한 정도의 부종이 동반되었다. 아말감은 대부분의 시편에서 천공부위를 넘어 충전되어 있었고 과충전이 심할수록 염증반응의 정도 역시 심하게 나타났다. 염증반응은 주로 입파구와 형질세포, 중성다핵세포로 이루어져 있었고 염증내에는 피사된 골조직이 관찰되었으며 그 주변에서 다핵거대세포에 의한 흡수현상이 나타났다. 아말감에 자체에 대한 이물반응은 관찰할 수 없었으며 염증부위는 그 주변을 둘러싸고 있는

섬유결체조직에 의해 주위의 골조직과과 경계지워져 있었다.

경조직흡수 및 형성 : 4개의 시편에서 교원섬유에 인접한 신생골형성이 나타났고 일부 시편에서는 치근표면에 백아질형성도 관찰되었다. 또한 염증하방의 골에서는 골형성과 함께 파골세포에 의한 골흡수가 나타났고 일부의 치근외측에서는 상아질의 흡수도 관찰되었다 (그림1,2).

제2군(수산화칼슘)

염증반응 : 전체 7개의 시편 중 1개의 시편에서 경미한 염증반응이 나타났고 나머지 시편에서는 모두 중등도의 염증반응이 나타났으며 모든 시편에서 경미하거나 중등도의 부종이 동반되었다. 수복재가 미충전된 경우 염증반응은 대부분 치아내에 국한되어 있었고 이는 입파구와 형질세포, 중성다핵세포로 이루어져 있었으며 염증이 심한 부위에선 탐식세포도 관찰되었다.

경조직흡수 및 형성 : 5개의 시편에서 신생골형성이 나타났으며 염증주변의 치아와 골조직에서 백아질과 골형성이 활발하게 일어나는 치유의 과정을 보이고 있었다 (그림3, 4).

제3군(황산칼슘)

염증반응 : 총 8개의 시편중 2개의 시편에서 심한 염증반응이 나타났고 각각 3개의 시편에서 경미한 염증반응과 중등도의 염증반응이 나타났으며 대부분의 시편에서 경미한 부종이 관찰되었다. 수복재가 과충전된 되지 않은 경우 천공하방에 증충편평상피로 이루어진 상피가 증식되어 있었고 하방 결체조직에 부종과 함께 입파구와 형질세포로 이루어진 만성염증세포들이 침윤되어 있었다.

경조직흡수 및 형성 : 2개의 시편에서 천공하방 골표면에 신생골 형성이 나타났고 그 주변에서 섬유화현상이 관찰되었다 (그림5, 6).

(2) 지연처치군

제1군(아말감)

염증반응 : 전체 7개의 시편중 3개의 시편에서 경미하거나 중등도의 염증반응이 나타났고 4개의 시편에서 심한 염증반응이 관찰되었으며 대부분의 시편에서 심한 혈관팽창과 부종이 동반되었다. 아말감 잔사 주변에서는 입파구와 형질세포에 의해 이루어진 만성염증소견이 관찰되었다. 염증내에는 육아조직이 형성되어 있었고 주변의 혈관들은 충혈되어 있었으며 어느시편에서도 이물반응은 나타나지 않았다.

경조직흡수 및 형성 : 3개의 시편에서 염증하방 잔존골표면의 신생골형성이 관찰되었고 일부시편에서는 파골세포에 의한 골파괴현상도 함께 나타났으며 백아질의 형성은 관찰되지 않았다 (그림7,8).

제2군(수산화칼슘)

염증반응 : 전체 7개의 시편중 각각 2개의 시편에서 경미하고 심한 염증반응이 나타났고 3개의 시편에서 중등도의 염증반응이 관찰되었으며 대부분의 시편에서 중등도의 부종이 동반되었다. 수복된 수산화칼슘 주변으로 입파구와 형질세포, 중성다핵백혈구, 대식세포로 이루어진 급만성 염증반응이 나타났고 대식세포는 많은 물질들을 탐식하고 있었으며 육아조직의 형성과 심한 부종이 관찰되었다.

경조직흡수 및 형성 : 5개의 시편에서 염증하방에 골형성이 나타났고 염증이 심한 경우 염증주변에서는 상아질의 흡수가 관찰되었으며 일부에서는 치근외측에 백아질형성이 관찰되었다 (그림9,10).

제3군(황산칼슘)

염증반응 : 전체 7개의 시편중 1개의 시편에서 염증반응이 나타나지 않았고 4개의 시편에서 경미한 염증반응과 2개의 시편에서 중등도의 염증반응이 관찰되었다. 경미한 염증의 경우 천공하방의 결체조직이나 혈관주변에서 입파구와 형질세포로 이루어진 만성염증반응이 나타났고 섬유화현상도 관찰되었다. 어느 시편에서도 이물반응은 나타나지 않았고 대부분의 시편에서 약한 부종이 동반되었다.

경조직흡수 및 형성 : 6개의 시편에서 골형성이 관찰되었다. 천공하방 골조직과 피사된 잔사 주변에서 조골세포의 활동력이 매우 높아 신생골형성이 활발하게 일어나고 있었으며 골흡수는 나타나지 않았다. 치근표면에서는 백아질형성도 관찰되었다 (그림11,12).

제4군(양성조절군)

염증반응 : 실험군에 비해 심한 염증반응이 관찰되었다. 천공주변과 그 하방에 광범위한 급성염증세포의 침윤으로 인해 농양형성이 나타났고 그 주변은 입파구와 형질세포, 대식세포로 구성된 만성염증세포가 관찰되었다. 또한 많은 육아조직과 혈관의 확장이 관찰되었다.

경조직흡수 및 형성 : 염증하방의 골조직들은 광범위하게 흡수되는 소견을 보였으며 치아주변의 백아질형성도 관찰되지 않았다 (그림13,14)

IV. 총괄 및 고찰

이번 실험에서 실험군에 사용된 치아는 모두 60개였으나 6개의 치아는 심한 마모에 의한 치아파절로 표본을 얻지 못했고 1개의 치아는 아말감의 탈락으로 표본으로 사용하

지 않았으며, 7개의 치아는 조직학 표본을 얻는데 실패하여 46개의 시편만이 최종평가에 사용되었다. 이중 2개는 양성대조군이요 이외에 2개의 음성대조군이 시편으로 사용되었다.

치근분지부의 천공은 근관치료 도중 흔히 일어나는데, 근관와동 형성과정중에 bur를 잘못 사용하거나 post drill을 잘못 사용한 경우, 석회화되거나 좁은 근관을 찾는 과정에서 기구조작을 잘못된 경우 또는 만곡이 심한 근관에서 화일을 과도하게 사용한 경우에 주로 일어나게 된다. 이런 상황에서는 천공이 즉시 처치받게 되지만 치아우식이나 흡수성 질환이 오랫동안 진행되어 치근까지 미친 경우나 천공상황에서 환자의 내원이 오랫동안 이루어지지 않았을 때 임시충전재의 탈락으로 천공부위가 구강내 환경에 장기간 노출된 경우에는 천공부위에 염증이 동반된 상태에서 내원이 이루어지게 된다. 본 실험에서 지연처치군은 이러한 임상적인 상황을 재현하기 위해 설정되어졌다. 지연처치군의 시편을 만들기 위해 천공 후 구강내에 4주간 노출된 모든 치아는 방사선 검사에서 치근분지부 하방골의 파괴현상을 나타냈고 임상검사에서도 육아조직의 증식을 육안으로 확인할 수 있었으며 심한 경우 누공의 형성도 관찰되었다.

이번 실험에서 치근분지부의 천공치유에 사용된 3가지 재료중에 아말감과 수산화칼슘은 천공치유에 오랫동안 전통적으로 사용되어온 재료이다. 황산칼슘은 약 30년전부터 치과영역에서 골손상부위의 골 대체물질로 많은 연구^{3, 6, 10, 13, 33, 36, 43, 47-49, 53}가 진행되어 왔다. 황산칼슘이 골형성을 유도하는지에 대한 많은 연구에서 그 자체가 골형성을 유도하진 않지만 골손상부위의 치유과정에서 신생골형성에 도움을 주는것으로 밝혀졌다. 골손상부위에서 황산칼슘이 자주 사용되는 이유는 재료의 안정성이 있고 쉽게 구입할 수 있어 경제적이며 소독이 간단하고 조직에 이물반응이나 독성이 없으며 흡수 속도가 빨라서 새로운 골형성을 도와주기 때문이다. 또한

최근에는 demineralized freeze-dried bone allograft (DFDBA)와 함께 barrier material로 사용되어 골재형성에 효과가 있는 것으로 보고되고 있는데 Sottosanti⁴⁷⁾는 황산칼슘이 barrier material로 사용되는 근거를, 생체조직과의 친화성이 높아 염증을 상승시키지 않고 2-4주 만에 완전히 흡수되며 골이 깊은 부위에서도 치근의 형태에 따라 잘 부착되는 성질을 가지고 있고 액체의 흐름을 허용할 만큼 기포성이어서 판막의 괴사를 유발하지 않으며 결체조직이나 상피의 성장을 막아줄 수 있는 충분한 밀도가 있어서 골 성장을 최대화시켜 주며 구입하기 쉽고 경제적이며 환자에게 다른 불편을 일으키지 않기 때문으로 설명했다. 이러한 이유로 황산칼슘은 치주영역에서 골손상부위의 치료에 오랫동안 사용되고 연구되어 왔지만 치근천공의 처치에 사용된 연구는 찾아보기 힘들었다. 따라서 본 연구에서는 황산칼슘을 치근천공에 사용하여 그 치유효과를 알아보고자 하였다.

실험결과, 지연처치군의 방사선 및 조직학적 평가에서 황산칼슘은 아말감 보다 천공하방의 골파괴를 적게 일으켰고 천공주변의 염증반응도 약하게 일으켰으며($p < 0.05$), 수복재들 중 가장 많은 신생골형성을 야기했다. 이는 여러 치주학 연구에서^{3, 6, 10, 13, 33, 36, 47-49, 53} 보고되었듯이 치조골이 파괴된 병변에서 황산칼슘이 신생골형성에 도움을 준다는 사실을 일부 증명한 것으로 볼 수 있겠다.

또한 염증반응이 아말감군보다 황산칼슘군에서 약하게 일어난 것은 재료의 과충전이 일어났을 때 아말감은 비활성 물질로 흡수되지 않아 조직에 지속적인 자극을 일으키고 심한 부종을 야기하여 염증을 더 상승시키지만 황산칼슘은 시간이 경과되면서 흡수되고 황산칼슘내의 무기물들이 염증의 부산물과 삼출액을 흡수하여 염증반응을 경감시켜주기 때문으로 사료된다. 본 실험결과에서 황산칼슘이 다른재료에 비해 가장 약한 부종을 일으킨 것 역시 염증을 경감시켜 주는 이러한 황산칼슘의 약리학적 작용과 연관이 있으리라 생각된다.

Spangberg⁵⁰⁾는 아말감보다 수산화칼슘의 조직독성이 더 심하다고 했고 수산화칼슘을 천공부위에 사용한 두 연구^{1,11)}에서는 수산화칼슘이 다른 재료에 비해 가장 나쁜 결과를 나타냈는데 그 이유는 경화되지 않고 충전하기 힘든 재료의 성질로 인해 밀봉효과가 떨어진다는 것과 생체조직에 대한 초기독성 반응이 있기⁴⁰⁾ 때문으로 생각할 수 있다. 본 실험에서 수산화칼슘은 황산칼슘에 비해 심한 부종을 일으켰다. 이는, 황산칼슘은 비교적 양호한 조직반응을 보이는 반면 수산화칼슘은 조직 독성반응이 보고되고 있고^{40, 50)}, 수산화칼슘은 황산칼슘보다 염증을 경감시켜주는 약리학적 작용이 약하기 때문으로 여겨진다. 수산화칼슘과 황산칼슘은 흡수성 물질로서 수산화칼슘은 치주조직내에 위치되었을 때 흡수가 보다 빨리 일어나고^{5,28)} 흡수속도는 치주 연결부위의 크기와 재료의 농도에 영향을 받으며 대개 15일에서 30일 사이에 흡수된다고 한다²⁶⁾. 황산칼슘은 Bell⁶⁾에 의하면 33일에, Peltier³³⁾에 의하면 45일에서 72일에 완전히 흡수된다고 하였다. 본 실험에서, 수복재를 위치시킨 8주 후의 방사선 검사에서 이들 물질은 완전히 흡수된 양상을 보였지만 조직학 표본에서는 일부 잔여물이 관찰되었다.

실험적으로 형성된 치근분지부 천공의 치료에 사용한 재료의 조직반응은 여러가지 요인에 의해 좌우되는데 치주조직에 대한 손상의 정도, 천공의 위치와 크기, 수복재료의 밀봉효과나 세포독성, 세균의 감염이 그것이다.⁴⁾ 과도한 손상은 사용된 재료가 아무리 조직학적 친화성이 있다 하더라도 치근분지부의 치주부착조직에 비가역적 손상을 야기할 수 있고⁴⁵⁾ 천공의 크기가 큰 경우 손상부위를 완전히 밀봉하기 힘든 문제가 있다. 이런 경우 자극물이 치근분지부내로 계속 침투할 수 있고, 천공부위가 치은열구와 근접해 있을 때, 지속적인 염증과 손상부위 내로의 열구상피 성장이 일어날 수 있는데^{20, 24, 25, 34, 42)} 이는 다음 두가지 가능성에 기인한다.

i) 실험과정이나 재료의 독성에 의한 염증

이 치은열구의 하방부위까지 퍼져서 열구상피의 하방성장을 자극한 경우

ii) 치은열구내의 세균성 프라그에 의한 염증이 하방으로 진행되어 천공 부위의 염증과 연결됨으로써 치주낭 상피의 하방성장을 자극한 경우

이런 상피의 성장은 이차적인 염증으로 이어지고 결국 변연치조골의 흡수를 초래하게 된다.

본 실험에서도 즉시치치균의 아말감군을 제외한 모든군에서 상피의 형성이 관찰되었는데 이는 사람과 달리 성견의 치근분지부는 변연골과 가까워 상피의 증식이 쉽게 일어날 수 있기 때문으로 여겨진다. 따라서 사람에서도 치주질환으로 인한 치조골의 흡수나 해부학적인 이유로 치근분지부와 변연골이 가까워진 경우는 치근분지부 천공시 예후가 불량하리라 짐작된다. 임상적인 보고에서 천공부위 치치시 성공율이 Benenati⁷⁾의 경우 54.4%, Harris¹⁷⁾의 경우 89.3%로 높은 것도 성견과 달리 변연골과 치근분지부까지의 거리가 어느 정도 떨어져 있는 해부학적 구조와 연관이 있다고 생각된다.

즉시치치균에서 치근분지부 천공의 치료 목적은 어떠한 염증이든 치주조직의 소실 없이 천공부위의 조직을 건강하게 유지시키는 것이고 이미 병변이 존재하는 지연치치균에서의 치료목적은 새로운 조직형성이 다시 일어나도록 도와 주는 것이다. 이러한 치료목적에 비추어 볼 때 즉시치치균에서는 밀봉효과가 제일 중요한 요인이고 염증이 이미 존재하고 있는 지연치치균에서는 염증을 완화시키고 새로운 조직이 다시 형성될 수 있는 환경을 만들어 주는 것이 밀봉효과와 함께 또 하나의 중요한 요인이 될 것이다. 지연치치균의 실험결과에서 황산칼슘군이 다른 실험군에 비해 더 좋은 결과를 나타낸 것은 황산칼슘이 지연치치균의 치료목적에 부합하는 성질 즉 염증을 경감시키고 완화시키는 약리학적인 작용을 가지고 있기 때문으로 생각된다.

대부분의 치근분지부 천공실험의 조직학

절편은 근원심 방향으로 행해졌는데^{1,4,11,41)} 이번 실험에서 조직학 절편을 협설방향으로 시행한 것은 협설측의 치은으로부터 상피층식이 연결되어 있는지 또는 협설측으로부터의 치유상황을 관찰하기 위함이며³⁵⁾ 본 실험의 천공부위에서 관찰된 상피는 편평중층상피로 협설측의 치은으로부터 증식된 상피임이 밝혀졌다.

천공부위의 처치시 가장 주의해야 할 사항 중 하나는 재료의 과충전을 가능한 줄이면서 천공부위를 밀봉하는 것이다. 본 실험에서도 재료의 과충전이 일어난 시편은 그렇지 않은 시편보다 심한 염증반응을 일으켰는데 이는 다른 보고와 일치하는 견해를 보인다. Benenati⁷⁾은 술자의 잘못에 의한 치근천공이 일어났을 때 수복치료를 받은 치아를 계속적으로 관찰한 임상보고에서 실패한 건수의 69%가 수복재의 과충전과 연관되어 있음을 보고했고 Oynick³¹⁾은 이러한 재료의 과충전을 막기 위해 Super EBA Cement®(Dixon Co)을 thick하게 혼합하고 천공크기보다 큰 plugger를 사용하여 조심스럽게 충전해야 한다고 했다. 또한 Sinai⁴⁴⁾와 Auslander²⁾는 천공부위에서 아말감이 과충전되는 것을 막기 위해 indium foil의 사용을 권하기도 했지만 Aguirre¹⁾의 실험에서는 아말감만을 사용한 군보다 indium foil과 아말감을 사용한 군에서 오히려 더 나쁜 조직반응이 나타났다. 재료의 과충전은 조직에 대한 재료 자체의 영향뿐 아니라 물리적인 압박까지 더해지는 것으로, 손상부위를 적절히 밀봉하기 위한 실제적인 임상과정에서 이를 완전히 피하기는 힘들다. 본 실험에서도 재료의 종류에 상관없이 몇 시편에서 과충전이 일어났는데 이러한 현상은, 분지부의 치조골 파괴현상이 이미 일어나 있는 지연치치군에서 더 빈번하고 심하게 일어났다. 같은 정도의 과충전이 일어난 경우에 아말감군은 다른군 보다 더 심한 염증반응과 부종을 일으켰는데 이는 수산화칼슘과 황산칼슘은 과충전 되어도 시간이 경과됨에 따라 흡수되어 조직에 대한 지속적인 자극을 피할 수 있지만 아말감은 일단 과충

전되면 흡수되지 않아 지속적인 자극을 유발하며 염증을 경감 시킬만한 재료 자체의 어떠한 약리학적 작용도 기대할 수 없기 때문에 생각된다. 따라서 하방골의 흡수가 일어나 이미 병변이 존재하거나 천공의 크기가 커서 재료의 과충전을 피하기 힘든 상황에서는 비흡수성의 아말감보다는 흡수성의 재료가 더 좋은 조직반응을 일으킬 수 있으리라 여겨진다.

음성조절군의 조직학적소견은 염증반응이 없는 정상적인 조직상태를 나타냈고 양성조절군의 조직학적인 소견은 거의 골수염에 가까운 심한 염증과 골파괴현상을 보였으며 어떠한 치근형성이나 신생골 형성도 나타나지 않았다. 이는 Bhaskar⁶⁾의 지적처럼 천공부위가 즉시 처치받지 못했더라도, 차후 수복치료를 받은 치아가 수복치료를 받지 않은 치아보다 염증을 덜 일으킨다는 보고와 일치한다 하겠다.

지연치치군에서 치근분지부 하방의 파괴된 골조직에 대한 완전한 경조직치유는 관찰되지 않았으며 즉시치치군에 비해 지연치치군에서 보다 심한 염증이 관찰되었는데 이러한 사실에 비추어 볼 때 많은 연구의 지적^{8, 15, 16, 24, 25, 41, 42, 44, 51)}처럼 천공부위는 발생 즉시 밀봉되어야 한다고 생각된다. 또한 천공부위의 처치를 받은 대부분의 치아에서 염증반응이 나타났고 완전한 경조직치유는 본 실험의 8주간 관찰에서 나타나지 않았다. 따라서 치근천공에서 보다 완전한 치유를 일으킬 수 있는 재료에 대한 지속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

저자는 성견의 치근분지부 천공을 형성한 후 즉시치치군과 지연치치군으로 나누어 천공부위에 아말감, 수산화칼슘, 황산칼슘을 수복한 후 그 치유과정을 방사선및 조직학적으로 연구한 결과 다음과 같은 소견을 얻었다

1. 즉시치치근에서는 각 재료군간에 특별한 차이가 없었다.
2. 지연치치근에서 황산칼슘은 아말감과 비교할 때 치근분지부의 골파괴현상과 염증반응이 약하게 나타났다. ($p < 0.05$)
3. 수복재의 종류에 상관없이 재료의 과충전이 일어난 시편은 그렇지 않은 시편보다 염증반응이 현저하였다.
4. 천공부위의 처치를 받은 대부분의 시편에서 염증반응이 관찰되었고 어느시편에서도 천공부위의 완전한 경조직치유는 관찰되지 않았다.
5. 지연치치근에서 천공부위의 수복 처치를 받은 치아는 아무런 처치를 받지 않은 대조군에 비해 염증반응이 더 약하게 일어났고 양호한 조직반응을 보였다.

이상의 결과로 치근의 천공은 방치되지 말고 즉시 처치되어야하며 과충전이 일어나지 않도록 밀봉되어야하고 이미 염증이 존재하는 천공부위는 염증을 완화시킬 수 있는 약리학적 작용을 가진 수복재로 처치되어야 한다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. 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.
2. Auslander WP, Weinsberg I. Anstomic repair of internal perforations with indium foil and amalgam : outline of a method. *NU J Dent* 454-7, 1969.
3. Bahn SL. Plaster : A bone substitute. *Oral Surg* 21 : 672-8, 1966
4. Balla R. Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxyapatite, amalgam and Life. *J Endodon* 17 : 234-8, 1991.
5. Barker BCW, Lockrtt BC. Endodontic experiments with resorbable paste. *Aust Dent J* 16 : 364-72, 1971
6. Bell WH. Resorption characteristics of bone and plaster. *J Dent Res* 39 : 727, 1960.
7. Benenati FW, Roane JB, Biggs JT. Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. *J Endodon* 12 : 161-6, 1986.
8. Bhaskar SN, Rappaport HM. Histologic evaluation of endodontic procedures in dogs. *Oral Surg* 31 : 526-35, 1971.
9. Bramante CM, Berbert A. Root perforations dressed with calcium hydroxide or zinc oxide and eugenol. *J Endodon* 13 : 392-5, 1987.
10. Calhoun NR, Greene GW, Blackledge GT. Effects of plaster of Paris implants on osteogenesis in the mandible of dogs. *J Dent Res* 42 : 1244, 1963.
11. ElDeeb M, ElDeeb M, Tabibi A. An evaluation of the use of amalgam, Cavit and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations. *J Endodon* 8 : 459-66, 1982.
12. Euler H. Perforation und Parodontium. *Dtsch Mschr Zahnheilk* 43 : 801, 1925.
13. Frame JW. Porous calcium sulfate dihydrate as a biodegradable implant in bone. *J Dent Res* 3 : 177-187, 1975.
14. Frank AL, Weine FS. Nonsurgical therapy for the perforative defect of internal resorption. *J Am Dent Assoc* 87 : 278-82 1973.
15. Frank AL. Resorptions, perforations and fractures. *Dent Clin North Am.* 18 : 465-87, 1974.
16. Grossman LI. The management of accidents encountered in endodontic practice. *Dent Clin North Am* 11 : 903-12, 1957.
17. Harris WE. A simplified method of treatment for endodontic perforations. *J Endodon* 2 : 126-34, 1976.

18. Himel VT, Brady J, Weir J. Evaluation of repair of mechanical perforations of the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate or calcium hydroxide. *J Endodon* 11 : 161-5, 1985.
19. Ingle JI. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg* 14 : 83-91, 1961
20. Jew RC, Weine FS. A histologic evaluation of periodontal tissues adjacent to root perforations filled with Cavit. *Oral Surg* 54 : 124-35, 1982.
21. Kaufmann J. Untersuchungen am Paradontium der Traumatisch perforierten Zahnwurzel. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 54 : 387, 1944.
22. Kubler J. Heilungsvorgänge nach Wurzelperforationen. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 44 : 413, 1934
23. Lantz B, Persson PA. Experimental perforations in dog's teeth : a roentgen study. *Odont Revy* 16 : 238-57, 1965.
24. Lantz B, Persson PA. Periodontal tissue reactions after root perforations in dog's teeth; a histologic study. *Odontol Tidskr* 75 : 209-20, 1967.
25. Lantz B, Persson PA. Periodontal tissue reactions after surgical treatment of root perforation in dog's teeth; a histologic study. *Odontol Revy* 21 : 51-62, 1970.
26. Maisto OA, Erausquin J. Reaccion de los tejidos periapicales del molar de la rata a las pastas de obturacion reabsorbibles. *Rev Assoc Odontol Argent* 53 : 12-20, 1965.
27. Meister F, Lommel YJ, Gerstein H. Endodontic perforations which resulted in alveolar bone loss. *Oral Surg* 47 : 463-70, 1979.
28. Muruzabal M, Erausquin J, Devoto FCH. A study of periapical overfilling in root canal treatment in the molar of rat. *Arch Oral Biol* 11 : 373-83, 1966
29. Nichols E. Treatment of traumatic perforations of the pulp cavity. *Oral Surg* 15 : 603-12, 1962.
30. Oswald R. Procedural accidents and their repair. *Dent Clin North Am* 23 : 593-616, 1979.
31. Oynick J, Oynick Tamara. Treatment of endodontic perforations. *J Endodon* 11 : 191-2, 1985.
32. Peeso FA. The treatment of perforated roots. *Dent Cosmos* 45 : 277, 1903.
33. Peltier LF. The effect of the addition of plaster of paris to autogeneous and homogeneous bone grafts in dogs. *Surg Forum* 8 : 571-5, 1958.
34. Petersson K, Hasselgren G, Tronstad L. Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth. *Endod Dent Traumatol* 1 : 22-8 1985.
35. Pitt Ford TR, Torabinejad M, Mckendry DJ. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg* 79 : 51-8, 1995.
36. Radentz WH, Collings CK. The implantation of plaster of paris in the alveolar process of the dog. *J Periodontol* 36 : 357-64, 1965.
37. Riggans JW Jr. The case history of a root perforation and a method for its prevention. *Dent Sig* 77 : 275-9, 1971.
38. Roane JB, Benenati FW. Successful management of a perforated molar using amalgam and hydroxyapatite. *J Endodon* 13 : 400-4. 1987.
39. Ruchenstein H. Les Perforations Radiculaires Traitees au Calxyl. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 51 : 685, 1941.
40. Schroder U, Granath LE. Early reaction of intact human teeth to calcium hydro-

- xide following experimental pulpotomy and its significance to the development of hard tissue barrier. *Odontol Revy* 22 : 379-96, 1971.
41. Seltzer S. Endodontic failures : an analysis based on clinical, roentgenographic and histologic findings. Part II. *Oral Surg* 23 : 517-30, 1967.
 42. Seltzer S, Sinai I, August D. Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res.* 49 : 332-9, 1970.
 43. Shaffer CD, App GR. The use of plaster of Paris in treating infrabony periodontal defects in humans. *J Periodontol* 42 : 685, 1971.
 44. Sinai I. Endodontic perforations : their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc* 95 : 90-5, 1977.
 45. Sinai I, Romea DJ, Glassman G. An evaluation of tricalcium phosphate as a treatment for endodontic perforations. *J Endodon* 15 : 399-403, 1989.
 46. Smale M, Colyer J. Diseases and injuries of the teeth. New York : Lounghman, Green and Co. 241, 1983.
 47. Sottosanti JS. Calcium sulfate : A biodegradable and biocompatible barrier for guided tissue regeneration. *Compend Con Ed* 13 : 226-34, 1992.
 48. Sottosanti JS. Calcium sulfate is a safe, resorbable barrier adjunct to implant surgical procedures. *Dental Implantology Update* 4 : 69-73, 1993.
 49. Sottosanti JS. Aesthetic extraction with calcium sulfate and the principles of guided tissue regeneration. *Pract Periodont & Aesthetic Dent* 5 : 61-9, 1993.
 50. Spangberg L. Biological effects of root canal filling material. Reactions of bony tissue to implanted root canal filling material in guinea pigs. *Odontol Tedsk* 77 : 133-59, 1969.
 51. Stromberg T, Hasselgran G, Bergstedt H. Endodontic treatment of traumatic root perforations in man : a clinical and roentgenological follow-up study. *Sven Tandlak Tidskr* 65 : 457-66, 1972.
 52. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endodon* 19 : 591-5, 1993.
 53. Yamazaki Y, Oida S, Akimoto Y. Response of the mouse femoral muscle to an implant of a composite of bone morphogenetic protein and plaster of paris. *Clin Ortho* 234 : 240-9. 1988

사진 부도 설명

- 그림 1. 즉시처치군의 아말감군. 천공(P) 하방에 과충전된 아말감 부위 (O)가 보이며 그 주변은 많은 염증세포들(I)이 둘러싸고 있고 그 외측에서 섬유화 현상(F)이 관찰된다. (H&E, x40)
- 그림 2. 그림 1 사각형안의 확대. 피사된 골조직(N) 주변에서 다핵거대세포(M)가 관찰된다. (H&E, x200)
- 그림 3. 즉시처치군의 수산화칼슘군. 충전재는 미충전되어 있고(U) 그 하방으로는 많은 염증세포들(I)이 보이며 하방 치조골과 치근 주변에는 백아질(C)과 골(B) 형성이 관찰된다. (H&E, x40)
- 그림 4. 그림 3 사각형안의 확대. 신생골(B)과 백아질(C) 형성이 관찰된다. (H&E, x100)
- 그림 5. 즉시처치군의 황산칼슘군. 천공하방에 상피(화살표)가 증식되어 있고 하방 결체조직에 부종과 함께 만성염증세포들(I)이 침윤되어 있다. (H&E, x40)
- 그림 6. 즉시처치군의 황산칼슘군. 천공하방 골표면에서 신생골(B) 형성이 보이고 그 주변은 섬유화(F) 현상이 관찰된다. (H&E, x200)
- 그림 7. 지연처치군의 아말감군. 천공하방에 많은 염증세포(I)들이 보이고 염증주변에는 교원섬유(F) 형성이 관찰되며 주변의 혈관들은 충혈되어 있다. (H&E, x40)
- 그림 8. 지연처치군의 아말감군. 염증(I)하방 잔존골 표면에 신생골(B) 형성이 보이고 파골세포(화살표)에 의한 골파괴현상도 함께 관찰된다. (H&E, x200)
- 그림 9. 지연처치군의 수산화칼슘군. 수복재 주변으로 급만성염증세포들(I)이 보이며 심한 부종(E)이 관찰되고 골형성(B)과 함께 상아질의 흡수(화살표)도 관찰된다. (H&E, x40)
- 그림10. 그림 9 사각형안의 확대. 염증안의 대식세포들(화살표)이 많은 물질을 탐식하고 있다. (H&E, x200)
- 그림11. 지연처치군의 황산칼슘군. 천공하방에 상피(E)가 증식되어 있고 결체조직이나 혈관주변에서 경미한 염증반응(I)이 보이며 그 하방에는 활발한 신생골(B)형성이 관찰된다. (H&E, x40)
- 그림12. 지연처치군의 황산칼슘군. 천공(P) 주변의 치근표면에서 백아질(C)형성이 보이며 하방 골조직에서는 신생골(B)형성이 관찰된다. (H&E, x64)
- 그림13. 양성조절군. 천공주변과 그 하방에 광범위한 급성 염증세포 침윤으로 인한 농양형성(A)이 관찰되고 염증하방의 골조직들은 광범위하게 흡수되는 소견을 보인다. (H&E, x40)
- 그림14. 그림 13 사각형안의 확대. 염증주변의 골조직에서 파골세포(화살표)에 의한 골흡수가 광범위하게 관찰된다. (H&E, x132)

강충규 논문사진부도 ①

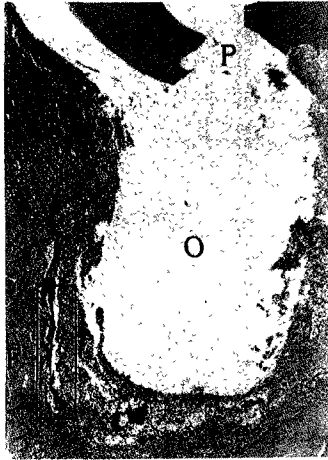


그림 1.



그림 2.



그림 3.



그림 4.



그림 5.

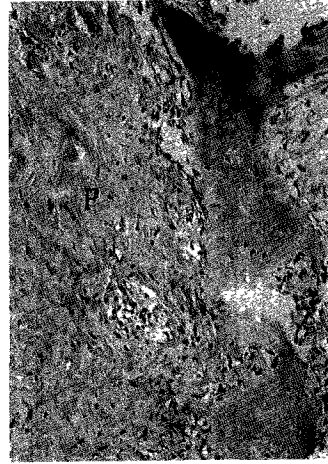


그림 6.

강충규 논문사진부도 ②



그림 7.

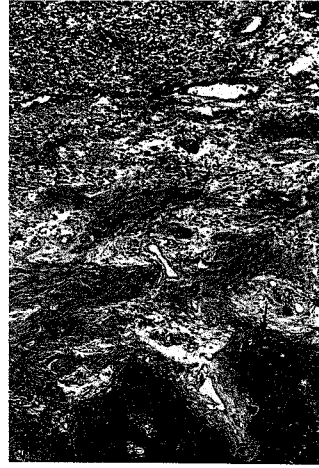


그림 8.



그림 9.



그림 10.



그림 11.

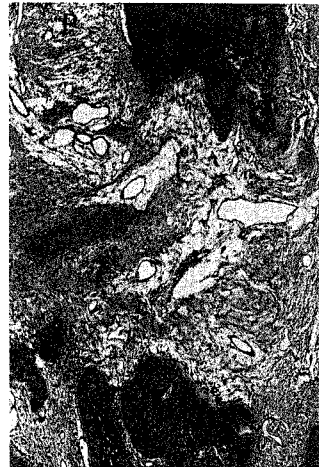


그림 12.

강충규 논문사진부도 ③

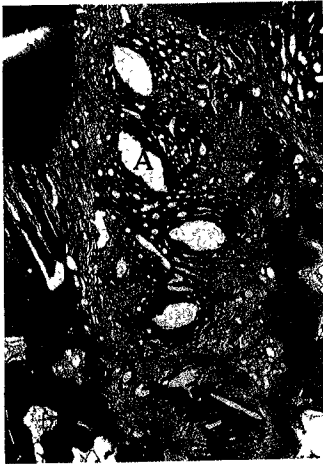


그림 13.

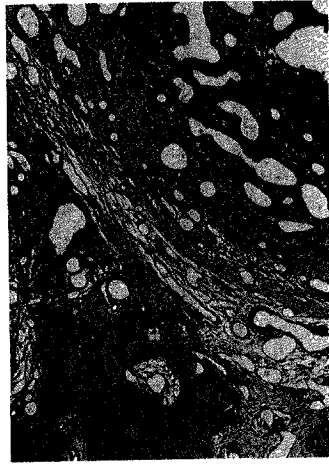


그림 14.