

치근단 손상부의 치유에 영향을 미치는 제재에 관한 병리조직학적 연구

조선대학교 대학원 치의학과

(지도교수 조재오)

조영곤

Abstract

HISTOPATHOLOGIC STUDY ON THE HEALING PROCESS OF APICAL WOUND IN APPLYING SEVERAL MATERIALS

Young Gon Cho, D. D. S., M. S. D.
Director: Jaeo Cho, D. D. S., M. S. D., Ph. D.

Department of dentistry, Graduate School, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the effect of several materials on the healing process of apical wound. Sixteen mandibular premolars obtained from 4 healthy dogs were used for this study. Under general anesthesia, the pulpal chamber of each tooth was opened and the pulps were extirpated. The root canals were then instrumented with H—file and irrigated with physiologic saline solution; the apices were purposely perforated and enlarged with the engine K—reamer.

In the experimental groups, apical wounds were filled with one of calcium hydroxide, hydroxylapatite, and tricalcium phosphate materials, mixture of each materials and physiologic saline solution, with a lentulo spiral. In the control group, apical wounds were not filled with any material. All the root canals were filled by the lateral condensation technique with gutta-percha cone and ZOE sealer. The access opening of all the teeth were closed with amalgam.

On the 10, 20, 40 and 60th day after experiment, experimental animals were sacrificed. Segments of jaws, each containing one tooth, were fixed in 10% formalin solution and decalcified in Plank-Rychlo solution. The specimens were embedded in paraffin and serially sectioned to an average thickness of 6 μ m. The sections were stained by hematoxylin-eosin and Masson's trichrome stain method and examined under light microscope.

The results were as follows:

1. In the experimental groups, the new bone formations were observed in apical wounds.
2. Fourty days later, apical wounds were healed by granulation tissue in the experimental groups, but were not healed by granulation tissue in the control group, and the healing process of experimental groups were more rapid than that of control group.
3. Sixty days later, chronic inflammation disappeared in the experimental groups, and the materials used showed biologic affinity to the periapical tissue.
4. In all the groups, the resorption of cementum appeared on the 10th and 20th day after experiment,

and the deposition of cementum appeared on the 40th and 60th day after experiment, especially showing narrowness of apical foramen due to newly formed cementum in calcium hydroxide group.

5. Calcium hydroxide and tricalcium phosphate particles were gradually resolved, but hydroxylapatite particles were not resolved through the experimental period.

I. 서 론

근관치료시 부적절한 기구의 조작에 의해 야기되는 치근단부의 손상은 치근단 주위 조직에 염증을 일으켜 슬루동통과 부종을 유발하며, 근관치료의 기간을 연장시킬 뿐만 아니라 근관충전시 충전제를 근관밖으로 넘어가게 한다^{11, 44, 49, 56, 57}.

치근단공을 지나 확대된 치아의 처치를 위한 여러가지 방법이 연구되고 있는데, 상아질삭편과 수산화칼슘에 의한 처치방법이 이용되고 있다^{14, 22}. 상아질삭편에 의한 방법은 충전제를 근관내에 제한시켜 충전제가 치근단공 밖으로 넘어가는 것을 방지하고, 치근단부에 백악질과 꿀을 침착시켜 손상된 치근단부를 치유시키지만, 상아질삭편을 만드는 과정에서 근관벽을 약하게 하거나 천공시킬 위험성이 있고, 피사된 치수잔사나 감염된 상아질이 치근단공 밖으로 넘어가 치근단 주위조직에 염증을 유발시킬수 있어 사용이 제한되고 있다^{33, 36, 50}.

수산화칼슘은 근관치료 영역에서 백악질의 침착에 의한 치근단공의 폐쇄를 야기시킴으로서 치근단병소를 치유시키는 충전제로서 널리 사용되어 왔으며, 인산칼슘 제제는 꿀의 생성을 유도하는 생체도재(bioceramic)로서 근관치료 영역에서 사용이 가능한 재료이다^{8, 9, 38, 42}.

Fronz 등²³과 Tagger 등⁵⁹ 및 Watts 등⁶²은 사람과 동물실험에서 수산화칼슘을 치수복조제로 사용한 결과 이차상아질이 형성되었다고 하였으며, Goldberg 등²⁰은 수산화칼슘을 이용한 치수절단술 후 주사전자현미경을 통해 상아질교(dentinal bridge)의 구조를 관찰하였고, Mitchell 등⁴⁶은 동물의 결체조직에 수산화칼슘을 매식한 결과 그 부위에서 석회화조직이 형성되었다고 보고하였다.

Weinsenseel 등⁶³과 Coviello 등¹⁹은 개발된 근침에서 수산화칼슘을 근단장벽(apical barrier)으로 이용하여 효과적인 결과를 얻었다고 하였으며, 윤⁴¹과 Heithersay²⁹는 근침이 형성되지 않는 무수치에

서 수산화칼슘을 사용하여 근침의 형성을 보고하였고, Holland 등³⁶은 수산화칼슘으로 근관을 충전하여 근관과 치근단 주위조직의 상태를 관찰하였으며, 임등⁵¹은 수산화칼슘을 근관충전제로 사용한 결과 치근단부에서 골양백악질의 생성이 있었다고 하였다. pitts 등⁵¹은 동물실험에서 치근단공을 인위적으로 천공시킨 치근단부에 수산화칼슘을 충전한 후 치근단공에 세포성 백악질의 출현과 함께 석회화가 나타났으며, 손상된 치근단부의 골은 신생골에 의해 치유되었고 치근단 주위조직에는 염증반응이 나타나지 않았다고 하였으나, Holland³¹는 치근단공 내벽에 백악질의 침착은 있었으나 치근단부에서 만성염증세포의 침윤이 있었다고 보고하였다.

한편 인산칼슘 제재인 수산화인산칼슘(Hydroxylapatite)과 제 3 인산칼슘(Tricalcium phosphate)은 생체적합성이 양호하고, 주위조직과 친화성이 있으며, 꿀의 생성을 유도하는 재료로서 악골결손의 수복, 발치후 치조골의 보존, 치조계의 증대, 치주질환과 근관의 감염에 의해 손상된 치조골의 수복, 치수복조제, 치수절단술과 치근단형성술에 이용되고 있으며, 이들은 결정구조와 화학적 조성이 유사하나 일반적으로 수산화인산칼슘은 비흡수성이고, 제 3 인산칼슘은 흡수성 재료로 알려져 있다^{25, 43, 52, 53}.

Denissen 등²¹과 허등⁷ 및 최등⁶은 동물실험에서 꿀에 매식한 수산화인산칼슘은 조직과 친화성이 우수하고 신생골의 생성에 의해 매식체와 강하게 결합되었다고 보고하였으며, Roane 등⁵⁴은 하악대구치의 양측치근이 천공된 경우 아말감과 수산화인산칼슘을 사용하여 천공부의 성공적인 치유예를 보고하고 수산화인산칼슘을 이용한 천공부의 치료가능성을 제시하였으며, Moskow 등⁴⁸과 Yukna 등⁶⁴ 및 Froum 등²⁴은 치주질환에 의해 치조골이 결손된 부위에 수산화인산칼슘을 매식한 결과 치주낭이 감소되었다고 하였고, 中川等⁸은 동물실험에서 근

관과 치근단 손상부에 수산화인산칼슘을 충전재로 사용한 결과 수산화인산칼슘은 치근단 주위조직과 친화성이 있었으며, 치근단 손상부에서 신생골을 생성하였다고 보고하였다.

Cutright 등²⁰⁾과 Fukui 등²⁵⁾ 및 김등²⁾은 제 3 인산칼슘(Tricalcium phosphate)을 동물의 골에 매식한 결과 조직과 친화성이 있었고 신생골의 생성을 유도한다고 보고하였으며, Boone 등¹⁵⁾은 제 3 인산칼슘이 신생골의 생성을 자극한다는 사실에 착안하여 치수복조제로 사용한 결과 치수에 자극이 없이 이차상아질을 형성한다고 하였으나, 양³⁾은 제 3 인산칼슘을 치수복조제로 사용하여 이차상아질의 형성을 관찰할 수 없었다고 하였다. Brown 등¹⁶⁾은 노출된 상아세관에 제 3 인산칼슘을 적용한 경우 상아세관내에서 hydroxyapatite 를 형성하므로 제 3 인산칼슘을 근관에 사용할 경우 비슷한 효과를 얻을 수 있다고 생각하여 근관충전재로서의 사용 가능성을 시사하였다.

한편 Koenigs 등⁴¹⁾은 개방된 근침에서 제 3 인산칼슘을 사용한 결과 근침이 형성되었다고 하였으나 Citrome 등¹⁸⁾은 동물실험에서 개방된 근침에 collagen-calcium phosphate gel 을 사용한 결과 치근단 조직의 심한 파괴로 인해 근침이 형성되지 못하였다고 보고하였다.

이상과 같이 수산화칼슘과 수산화인산칼슘 및 제 3 인산칼슘이 경조직의 형성을 유도하고 생체적합성이 있음을 감안하여 이러한 재료들이 치근단 주위조직에 어떠한 영향을 미치는가를 평가하기 위하여 성견의 치근단공을 인위적으로 천공시켜 치근단 주위조직을 손상시킨 후 수산화칼슘과 수산화인산칼슘 및 제 3 인산칼슘을 치근단 손상부에 삽입하고 통법에 의해 근관을 충전한 다음 치근단 주위의 조직변화를 비교 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

동일한 조건하에서 일주일동안 사육한 체중 12-22kg의 건강한 성견 4 두에서 16 개의 하악제 2,3 소구치를 이용하였으며, 치근단 손상부의 충전을

위해 calcium hydroxide u.s.p.(Dr. Peter Fahrney & Sons Co., U.S.A.)와 hydroxylapatite(Sigma Chemical Co., U.S.A.) 및 tricalcium phosphate(Yakuri Pure Chemicals Co., Ltd, Japan)분말을 사용하였고, 근관의 충전을 위해 gutta-percha(Sure-Endo, Sure Products Ltd., U.S.A.)을 사용하였다.

2. 실험방법

실험동물의 체중 kg당 10mg의 Rompun(한국바이엘)을 근육주사한 다음 kg당 20mg의 케타라(염산 케타민 : 유한양행)를 정맥주사하여 전신마취하였다.

완전 마취하에서 구강을 소독하고 No. 4 round bur 로 치수관을 개방하여 barbed broach 로 발수한 후 근관길이를 측정하기 위하여 No. 15 file 을 근관에 삽입하고 방사선사진을 촬영하였다.

생리식염수로 근관을 세척하면서 No. 30 부터 No. 60까지의 H-file(Maillefer, Swiss)을 사용하여 근관길이까지 확대하고 최종단계에서 No.40 engien K-reamer(Maillefer, Swiss)로 근관길이보다 1-2mm 를 초과시켜 치근단공을 천공한 후 근관을 세척, 건조하였다.

실험치아는 사용된 재료에 따라 대조군, 수산화칼슘군, 수산화인산칼슘군 및 제 3 인산칼슘군으로 분류하였으며, 대조군은 하악 우측 제 3 소구치에서 gutta-percha 만을 사용하여 측방가압법으로 근관을 충전하였으며, 수산화칼슘군은 수산화칼슘 분말과 생리식염수를 혼합한 후 lentulo spiral 을 이용하여 하악 우측 제 2 소구치의 치근단 손상부에 삽입하고 근관은 gutta-percha 로 충전하였고, 수산화인산칼슘군과 제 3 인산칼슘군은 수산화칼슘군과 동일한 방법에 의해 각각 하악 좌측 제 2 소구치와 하악 좌측 제 3 소구치의 치근단 손상부에 수산화인산칼슘과 제 3 인산칼슘을 삽입하고 gutta-percha 로 근관을 충전하였다. 개방된 치수관은 아밀갈(Hi-Aristaloy 21 : 한국엔겔하드)으로 충전한 후 방사선사진을 촬영하였다.

시술후 10일, 20일, 40일 및 60일 간격으로 실험동물을 각각 희생시킨 후 실험치아를 포함한 악골을 절단하여 통법에 따라 10% formalin 용액에 고정하고 Plank-Rychlo 용액으로 탈회시킨 후, 파

라핀에 포매하여 6 μ m 두께의 표본을 제작한 다음 hematoxylin-eosin 염색과 Masson's trichrome 염색을 하여 광학현미경으로 검경하였다.

III. 실험성적

가. 10일의 병리조직학적 소견(Table 1 참조)

1. 대조군

치근단부의 백악질과 그 변연부의 치조골은 미만성의 흡수상을 나타냈고, 치근단 손상부는 혈병으로 채워져 있었으며, 혈병내부에는 섬유소성 망상구조물이 나타났고, 혈병주위에는 충혈된 모세혈관과 적혈구 및 단핵세포의 침윤소견이 미만성으로 나타났으며, 치조골의 골수조직에 인접한 곳에서는 신생골의 출현을 볼 수 있었으나 혈병주위에서는 관찰되지 않았다.

Masson's trichrome(M. T.)염색에서 손상된 치근단 변연부의 치근막에서 약청색의 발색반응을 보였고, 혈병주위에서 섬유아세포의 출현과 유약한 교원섬유의 출현을 관찰할 수 있었다(Fig. 1 참조).

2. 수산화칼슘군

치근단부의 백악질은 소량의 흡수상을 보이고, 치근막 결체조직에서 소량의 골주증식과 활성화소견이 관찰되었으며, 치근단 손상부에 있는 과립은 혈병에 의해 둘러쌓여 있었고, 혈병내부에는 단핵염증세포의 침윤과 적혈구의 파괴에 의해 형성된 섬유소성 망상구조가 나타났으며, 이 혈병내부에는 신생섬유아세포와 모세혈관이 증식하는 소견을 나타냈다.

충전물주위의 결체조직은 충전물과 직접 유합하는 소견을 보이며, 소량의 조직이 손상된 변연부에서 충전물내부로 침윤소견을 보였으나 과립의 흡수상은 나타나지 않았다(Fig. 4 참조).

인접치조골에서 신생골주의 출현이 있었고, 일부에서는 섬유아세포의 증식에 의한 밀집된 소견도 관찰할 수 있었다.

M. T. 염색에서 치근단의 치근막부에서는 청색반응이 나타나지 않았으나 조금 떨어진 곳의 치근막 결체조직에서는 미약한 청색의 교원질 침윤소견을 보였으며, 혈병주위에서 신생교원섬유가 미약한 청색의 양성반응을 나타냈다.

3. 수산화인산칼슘군

치근단부의 백악질은 소량의 흡수상을 보이며, 치근단 손상부의 혈병내에 유약결체섬유조직과 모세혈관의 증식 및 출혈상이 관찰되었고, 주위결체조직에서 부종상을 보이나 거대세포의 출현은 볼 수 없었으며, 결체조직내부에 미만성의 만성염증세포의 침윤소견이 나타났다.

충전물주위에는 미분화 간엽세포에서 분화된 것으로 보이는 골아세포가 비교적 규칙적으로 배열되어 있었으며, 손상된 치조골주위의 골주에서 골아세포의 활성화도가 나타났다(Fig. 7 참조).

M. T. 염색에서 치근단부의 치근단 결체조직에서는 충혈 또는 강한 청색반응을 나타냈고 혈병내부에서 유약한 교원섬유가 관찰되었다(Fig. 8 참조).

4. 제3인산칼슘군

치근단부의 백악질은 미만성의 흡수상을 보이며,

Table 1. Periapical tissue response to the filled materials in apical wound on the 10th day

group	new bone formation	granulation tissue	chronic inflammatory cell infiltration	cementum resorption	cementum deposition	resorption of material
Control	-	-	++	++	-	-
C-H	-	-	++	+	-	-
H-A	-	-	++	+	-	-
T-P	±	-	++	++	-	±

C-H : calcium hydroxide H-A : hydroxylapatite T-P : tricalcium phosphate
 - : negative ± : suggestive + : mild ++ : moderate +++ : marked

치근단 손상부는 혈병으로 채워져 있었으며 혈병 내부에는 섬유아세포와 신생모세혈관의 증식이 관찰되었고, 충전된 과립 주위에서 결체조직이 직접 유합하는 소견이 나타났으며, 소량의 조직이 과립의 변연부에서 과립내부로 증식되는 소견을 보였고 일부 과립에서는 신생골이 소량 형성되면서 과립의 흡수상을 보였으며, 섬유소성 망상구조물내에 만성염증세포의 침윤이 관찰되었다. 인접치조골에서는 신생골주들이 증식에 의해 인접골주와 상호 유합되고 있었으며 골주변연부의 골아세포의 활성도를 볼 수 있었다.

M.T. 염색에서 치근단 손상부의 혈병내에서 교원섬유와 신생골이 미약한 청색반응을 나타냈다 (Fig. 10 참조).

나. 20일의 병리조직학적 소견(Table 2 참조)

1. 대조군

치근단부에 있는 백악질의 불규칙한 흡수상과 손상된 치조골 변연부의 흡수상을 나타내며, 치근단 손상부에 있는 섬유조직의 미만성 부종상과 만성염증세포의 침윤소견을 보였고, 손상부위에서 골양조직의 출현을 관찰할 수 없었으나 인접 치조골에서는 신생골주의 증식상을 보였다.

M.T. 염색에서 치근단 변연부의 치근막은 청색반응이 증가하였고, 손상부 내부로 불규칙한 교원섬유의 침윤적 성장을 관찰할 수 있었다.

2. 수산화칼슘군

치근단부의 백악질은 소량의 흡수상을 보이며 손상된 치조골 변연부의 흡수상은 감소하였으며, 충전물 내부로 결체조직의 침윤소견은 증가하였고, 주위 결체조직에서 골아세포의 증식상도 관찰되었

으며 일부 충전물의 흡수상도 나타났다. 인접치조골에서 신생골주의 증식상이 관찰되었다.

M.T. 염색에서 치근단 손상부 내부에 청색교원질의 침윤적 성장은 증가양상을 보였으며, 주위 치근막 결체조직의 청색반응은 10일에 비해 증가하였다.

3. 수산화인산칼슘군

치근단부에 있는 백악질의 흡수상은 일부 치유소견을 보이며 치근단 손상부내의 유약 결체조직의 성숙도는 증가되었고, 결체조직내부의 부종상도 다소 감소하는 양상을 보였으며, 일부의 충전물 주위에는 신생골의 출현이 뚜렷이 관찰되었으며 또한 그 주위에서 신생결체조직의 증식이 증가되었다. 결체조직내부로의 만성염증세포의 침윤상은 감소되었으며, 인접 치조골에 있는 신생골주의 골아세포의 활성도가 뚜렷이 나타났다.

M.T. 염색에서 치근단 손상부내부로의 미약한 청색 결체조직의 침윤적 성장은 증가양상을 나타냈다.

4. 제3인산칼슘군

치근단부의 백악질은 소량의 흡수상을 나타내며, 치근단 손상부내의 섬유아세포의 성숙도는 증가양상을 보이나 소량의 염증세포의 침윤은 잔존하고 있었고, 결체조직내부에서는 충전물의 과립과 직접 유합하는 형태의 골양조직의 증식상을 보이며 골양조직 변연부의 골아세포의 활성도는 증가 양상을 보였으며, 충전물 내부로의 결체조직의 침윤상도 나타났다.

인접치조골에서 신생골주가 인접골주와 유합되며 골주면의 골아세포의 활성도는 증가하고 있었다.

Table 2. Periapical tissue response to the filled materials in apical wound on the 20th day

group	new bone formation	granulation tissue	chronic inflammatory cell infiltration	cementum resorption	cementum deposition	resorption of material
Control	-	-	++	+	-	-
C-H	-	±	+	+	-	±
H-A	±	±	+	+	-	-
T-P	+	±	+	+	-	+

M.T. 염색에서 치근단 손상부에서 교원섬유의 청색반응은 현저히 증가하였고, 신생골에서도 강한 양성반응을 나타냈다(Fig. 11 참조).

다. 40 일의 병리조직학적 소견(Table 3 참조)

1. 대조군

치근단부에서 소량의 백악질증식이 충전물에 접하여 나타났으며, 치근단 손상부에 위치한 충전물 주위에는 충혈된 모세혈관과 단핵구 및 임파구가 매우 치밀하게 침윤되어 있었고, 그 주위에는 압편된 형태의 섬유질에 의해 피막현상을 나타냈으며, 하부 치조골에는 신생골이 성숙되어 골주간에는 수지상의 유합이 있었고 기존골과도 유합되는 소견이 관찰되었으며, 골주간에는 신생모세혈관의 증식과 소수의 만성염증세포의 침윤이 관찰되었다.

M.T. 염색에서 치근단부의 치근막 결체조직은 청색의 교원질의 증가양상을 보였고, 충전물 주위의 치밀한 교원섬유가 강한 양성반응을 나타냈다(Fig. 2 참조).

2. 수산화칼슘군

치근단부의 백악질 증식상이 관찰되었고, 치근단 손상부는 대부분 육아조직으로 대체되었으며 육아조직사이에는 단핵염증세포가 많이 축적되어 있었고, 충전된 과립은 다양 흡수되어 있었으며, 육아조직내의 세포가 밀집된 곳에서는 골양조직이 형성되는 소견이 관찰되었다.

하부치조골 주위에서 상당량의 골조직의 형성되어 있었고, 신생골주가 서로 유합하여 거대골주를 형성하는 소견도 관찰되었으며 거대골주 주위에서 단핵염증세포의 침윤이 나타났다.

M.T. 염색에서 치근단 손상부에 교원섬유의

증식소견이 전반적으로 증가되는 양상을 나타내고, 충혈 및 확장된 모세혈관이 육아조직내에서 다소 관찰되었으며, 신생골에서 강한 청색의 양성반응을 보였다(Fig. 5 참조).

3. 수산화인산칼슘군

치근단부의 백악질은 신생백악질에 의한 치유 및 증식소견을 보이며, 손상부는 대부분 기질화 되어 충전된 과립주위의 결체조직의 성숙도와 증식은 현저히 증가하였고, 신생골주도 증가하였으며 신생골과 과립이 직접 유합되어 많은 양의 골을 형성하였으나 결체조직내에 만성염증세포의 침윤도 관찰할 수 있었으며 또한 충전된 과립의 흡수 소견은 전혀 볼 수 없었다(Fig. 9 참조).

M.T. 염색에서 치근단부의 치근막 결체조직의 청색반응은 20 일군에 비해 증가하는 양상을 보였으며 치근단 손상부의 골주사이에 있는 결체조직은 강한 양성반응을 보였다.

4. 제3인산칼슘군

치근단부의 백악질 흡수상은 거의 볼 수 없었고 백악질의 증식소견이 나타났으며, 치근단 손상부는 대부분 기질화되어 있었고, 충전된 과립내로 신생골이 형성되어 가는 소견을 관찰할 수 있었으며, 인접 육아조직에서도 골양조직의 출현을 볼 수 있었고 육아조직내에서 염증조직의 침윤과 신생모세혈관 및 섬유아세포의 증식이 관찰되었다(Fig. 12 참조).

일부에서는 신생골이 거대골주를 형성하여 인접 과립을 둘러싼 골주와 상호 유합하는 소견도 관찰되었으며, 하부 치조골에서는 신생골주가 유합하여 거대골주를 형성하는 소견도 관찰되었다.

M.T. 염색에서 치근단 손상부의 육아조직에서는

Table 3. Periapical tissue response to the filled materials in apical wound on the 40th day

group	new bone formation	granulation tissue	chronic inflammatory cell infiltration	cementum resorption	cementum deposition	resorption of material
Control	-	±	+	-	+	-
C-H	±	++	+	-	+	++
H-A	++	++	+	-	+	-
T-P	++	++	+	-	+	++

Table 4. Periapical tissue response to the filled materials in apical wound on the 60th day

group	new bone formation	granulation tissue	chronic inflammatory cell infiltration	cementum resorption	cementum deposition	resorption of material
Control	±	+	+	-	++	-
C-H	++	+++	±	-	+++	++
H-A	+++	+++	±	±	++	-
T-P	+++	+++	±	-	++	+++

강한 양성반응을 보였으나, 인접 치주인대에서는 다소 감소되는 소견을 보였으며, 치근단공은 백악질의 증식에 의해 내경이 감소되는 양상을 보였다.

라. 60일의 병리조직학적 소견(Table 4 참조)

1. 대조군

치근단부의 백악질은 40일에 비해 증가되었고, 치근단 손상부는 성숙된 교원섬유에 의해 둘러 쌓여 있으며 이러한 피막주위에 많은 양의 단핵구와 임파구가 침윤되어 있었으나 하부의 치조골에서는 신생골의 형성이 현저히 증가하여 서로 유합하는 소견을 보이고 인접 기존골과도 유합하는 양상을 나타냈다(Fig. 3 참조).

M.T. 염색에서 치근단부의 치근막 결체조직은 물론 치정부에 이르는 치근막에서 교원질의 강한 청색반응을 나타냈다.

2. 수산화칼슘군

치근단공은 백악질의 현저한 증가에 의해 직경이 감소되는 소견이 관찰되었고, 치근단부의 백악질도 현저히 증가되는 소견을 보였으며, 치근단 손상부는 기질화되어 많은 양의 신생골로 채워져 있었으며 신생골은 증식에 의해 서로 유합되어 있었고 염증세포의 침윤은 현저히 감소되었다.

M.T. 염색에서 치근단공 주위의 결체조직은 강한 양성반응을 보였으나 인접 치주인대와는 현저한 차이를 보였다(Fig. 6 참조).

3. 수산화인산칼슘군

치근단부에 있는 백악질의 증식소견은 증가하였으나 소량의 흡수상은 잔존하였으며, 치근단 손상부는 완전히 기질화 되었고, 많은 양의 신생골이 형성되어 거대골주를 형성하였고 서로 유합하여

수지상을 이루었으며, 충전된 과립과 골은 치밀하게 접촉하는 소견을 관찰할 수 있었으나 과립의 흡수소견은 볼 수 없었으며, 손상부의 염증소견은 거의 소실되었다.

M.T. 염색에서 치근단부의 기질화된 반응정도와 인접 치주인대의 교원섬유의 반응정도는 유사한 청색반응을 보였다.

4. 제3인산칼슘군

치근단부에서 백악질의 흡수상은 나타나지 않았으며 백악질의 증식상을 보였다.

치근단 손상부와 과립은 대부분 흡수되어 신생골로 대체되었으며, 신생골의 증식으로 인하여 인접 신생골주와 유합되는 소견을 볼 수 있었고 새로 형성된 골주사이에는 모세혈관의 증식과 섬유아세포의 증식이 있었으나, 염증세포의 침윤은 거의 관찰되지 않았다(Fig. 13 참조).

M.T. 염색에서 치근단 손상부의 육아조직은 강한 양성반응을 보였으며 그 주위의 신생골에서도 강한 양성반응을 보였다.

IV. 총괄 및 고안

치근단공과 치근단 주위조직의 손상은 근관치료 시 여러가지 문제점을 야기시키므로 이에 대한 처치방법이 많이 연구되고 있으며, 치근단 손상부의 치료를 위한 방법으로서 수산화칼슘과 인산칼슘제제가 사용되고 있다. 치근단 손상부에 충전되는 재료는 골형성과 백악질의 형성을 유도하고, 주위조직과 친화성이 우수해야 하며, 숙주에 대한 독성과 면역반응이 없어야 한다. 수산화칼슘은 이차상아질의 형성과 개방된 근침 및 병소부에서

경조직의 형성을 유발하며, 인산칼슘제재인 수산화인산칼슘과 제3인산칼슘은 골형성을 유도하고, 생체적합성이 우수한 재료로서 결손부의 치료를 위해 치과영역에서 사용되고 있다.

수산화칼슘을 이용한 경조직의 형성에 관해 Brantante 등¹⁵⁾은 동물실험에서 치근단공을 천공시킨 근관에 수산화칼슘을 충전한 90일 후에 천공부에서 백악질의 증식이 나타났다고 하였으며, Holland 등³⁰⁾은 근관충전용 시멘트로 수산화칼슘을 사용한 6개월 후 백악질의 침착에 의해 치근단폐쇄가 일어났다고 보고하였다. Ghose 등²⁷⁾은 미완성된 치근에서 수산화칼슘의 사용은 치근단 주위조직과 긴밀하게 접촉될 경우에만 양호한 치근단 폐쇄를 나타낸다고 하였으며, Smith 등⁵⁰⁾은 근침이 형성되지 않는 무수치에서 수산화칼슘과 수산화바륨(barium hydroxide)을 사용한 결과 수산화칼슘을 사용한 경우에서만 치근단폐쇄가 나타났다고 보고하였다.

본 연구에서 수산화칼슘군은 40일에서 치근단 손상부가 육아조직으로 대체되면서 일부파립주위에 골양조직이 출현되었는데, 이는 치근단 손상부에 수산화칼슘을 충전한 30일 후 새로운 교원질과 골양조직에 의해 손상부가 치유되었다고 보고한 Pitts 등⁵¹⁾의 결과와 유사하였으며, 60일에는 파립주위에서 많은 양의 신생골에 의해 치근단 손상부가 치유되는 소견을 보였으나 다른 실험군에 비해 신생골이 늦게 출현하였다.

치근단부에서 수산화칼슘에 의한 경조직형성에 관해 명확한 기전은 규명되지 않았지만 Javellet 등³⁰⁾과 Tagger 등⁵⁰⁾은 수산화칼슘의 높은 알칼리성이 경조직의 형성능력에 중요한 작용을 한다고 하였으며, Tronstad 등⁶¹⁾은 근관내에 수산화칼슘을 충전하여 경조직의 pH를 관찰한 결과 경조직의 pH가 상승되어 경조직이 형성되었음을 관찰하고, 이러한 경조직의 형성은 수산화칼슘의 알칼리성 pH가 칼슘이온과 alkaline phosphatase를 활성화시키기 때문이라고 보고하였다.

인산칼슘 제제는 화학적 성분이 골이나 범람질과 유사하므로 골형성을 유도하는 제제로서 긍정적인 평가를 받아오고 있다.

수산화인산칼슘의 신생골 형성에 관해 Chang 등

¹⁷⁾은 동물실험에서 골내에 매식한 수산화인산칼슘은 신생골의 생성에 의해 골과 직접 유합하여 강한 결합을 이룬다고 보고 하였으며, 中川等⁸⁾은 치근단공을 지나 확대시킨 근관에 수산화인산칼슘을 충전한 결과 초기에는 국소적인 염증반응이 나타났으나 2주 후에는 수산화인산칼슘 표면에 경조직기질(hard tissue stroma)이 형성되었고, 후기에는 치근단 주위조직에서 어떠한 이물반응을 나타내지 않고 신생골이 형성되어 치근단부가 폐쇄되었음을 보고하고, 수산화인산칼슘은 치근단 주위조직에 높은 친화성이 있어 근관 충전재로 사용할 수 있을 것이라고 하였다.

본 연구에서 수산화인산칼슘군은 10일에서 파립주위에 골아세포가 비교적 규칙적으로 배열되었는데, 이는 가토 하악골에 수산화인산칼슘을 매식한 7일 후 변연부에서 골양조직이 형성되었다고 보고한 김¹⁾의 결과보다는 다소 지연되어 나타났는데 이러한 차이는 실험에 이용된 해부학적 위치나 사용된 입자차이 때문으로 사료되며, 20일에는 일부 파립주위에서 신생골이 출현되었고, 60일에는 많은 양의 신생골이 파립주위에 나타났다. 수산화인산칼슘의 신생골 형성에 관해 Tompson 등⁶⁰⁾은 수산화인산칼슘이 체내에 들어가면 용해되어 칼슘이온과 인산이온이 유리되면서 생체내의 이온변화를 일으켜 이온의 안정기전에 의해 인접 경조직에서 칼슘이온과 인산이온이 유리되어 신생골이 형성된다고 보고하였다.

제3인산칼슘(tricalcium phosphate)의 경조직형성에 관해 Metger 등⁴⁵⁾은 문헌고찰에서 제3인산칼슘은 다른 인산칼슘제제에 비해 손상부의 빠른 치유와 조직에 대한 생체 적합성이 뛰어난 재료라고 보고하였으며, Barkhordar 등¹⁰⁾은 만성으로 감염된 치근단부에 제3인산칼슘의 사용은 좋지 않은 결과를 초래하므로 감염된 부위에서 사용을 제한하였고, Jean 등⁴⁰⁾은 수종의 인산칼슘을 치수복조제로 사용한 결과, 동량의 제3인산칼슘과 수산화인산칼슘 혼합제를 사용한 경우에서 다른 인산칼슘제제에 비해 두꺼운 이차상아질의 형성과 정상적인 상아세판이 형성되었다고 하였다.

Himel 등³⁰⁾은 동물실험에서 치수강저의 천공부위에 수산화칼슘과 제3인산칼슘을 적용한 결과

수산화칼슘은 심한 염증반응과 골괴사를 초래하였으나 제3인산칼슘은 미약한 염증반응을 나타냈을 뿐 골괴사는 나타나지 않았다고 하였으며, Roberts 등⁵⁵⁾은 미완성 치근에서 제3인산칼슘을 사용한 결과 치근단부 폐쇄되었다고 보고하였다.

본 연구에서 제3인산칼슘군은 10일에서 일부 파립주위에 소량의 신생골이 형성되어 다른 실험군에 비해 가장 빠른 신생골의 출현을 보였으며, 20일에는 골양조직의 증식에 의해 파립과 신생골이 직접 융합하는 소견을 보였고, 후기에는 치근단 손상부가 많은 양의 신생골주에 의해 대체되어가는 양상을 보여 모든 군에서 가장 양호한 치유상태를 나타냈다.

제3인산칼슘군의 신생골 형성에 관하여 Cutright 등²⁰⁾은 제3인산칼슘이 작은 파립으로 분해되면서 이 분해된 부위에 체내에 있는 무기염의 침착을 유도함으로써 신생골이 형성된다고 보고한 바, 치근단 손상부에서 신생골의 형성은 제3인산칼슘에 의한 것이라기 보다는 신생골의 형성을 위한 환경을 제공하기 때문으로 사료된다.

본 실험을 종합하여 볼때 모든 실험군에서 기간의 차이는 있었으나 신생골의 출현에 의해 치근단 손상부가 치유되는 소견을 관찰할 수 있었다.

본 실험에서 대조군과 실험군의 치근단 손상부에서의 치유과정과 염증상태를 비교해 보면, 실험군은 10일에서 치근단 손상부에 채워진 혈병내부에 있는 섬유소성 망상구조내에 신생 섬유아세포와 모세혈관의 증식상을 보였으나 대조군에서는 20일에서 신생섬유아세포와 모세혈관의 증식을 보여 실험군에 비해 느린 치유과정을 보였으며, 40일에서 대조군은 압편된 형태의 섬유질이 손상된 치근단부를 피막하는 현상을 보여, 손상부가 육아조직으로 대체되면서 신생골주의 형성에 의해 치유되는 소견을 보인 실험군과 치유양상이 상이하게 나타났다. 대조군에서는 전 실험기간을 통해 만성염증상태가 지속되었으나 실험군에서는 60일에 만성염증세포의 침윤이 소실되어 가는 양상을 보여 대조군에 비해 빠른 치유과정을 관찰할 수 있었는데, 이는 치근단손상부에 사용된 재료들이 치근단 주위조직에 이물반응을 나타내지 않고 생체에 적합한 재료이기 때문으로 사료된다. Holland³³⁾는

동물실험에서 치근단공을 천공시킨 근관에 수산화칼슘을 충전제로 사용한 3개월 후 치근단 주위에서 신생백악질의 침착을 관찰하였는데, 신생백악질의 두께는 치근단면에서 다양하였으나 치근단공에서는 백악질의 두께가 더욱 비후되었다고 보고하였으며, Moskow 등⁴⁸⁾은 하악 제1대구치의 천공된 분지부에 수산화인산칼슘을 사용한 결과 백악질의 침착이 있었다고 하였고, Koenigs 등⁴⁹⁾은 제3인산칼슘을 근관충전제로 사용한 결과 골양조직에 의해 치근단부가 폐쇄되었다고 하였다.

본 연구에서 대조군과 실험군은 20일까지의 소견에서 치근단부에 백악질의 흡수상을 보였는데 이는 치근단공을 천공시킬때 가해진 손상때문으로 생각되며, 40일부터는 치근단부의 백악질이 점차 비후되어가는 양상을 나타냈으며 특히 수산화칼슘군은 60일에 신생백악질의 뚜렷한 증가로 치근단공이 좁아져 다른 군에 비해 백악질의 침착이 현저하였다.

Benatti 등⁷⁾은 동물실험에서 치근단공을 천공시킨 근관에 충전제를 충전한 30일 후 치근단 근관벽 내부에 얇은 세포성 백악질의 침착을 관찰하고, 이러한 백악질의 증식은 근관확대시 형성된 백악질과 상아질조각이 경조직의 핵을 이루기 때문이라고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 수산화칼슘군을 제외한 다른군의 백악질 증식상은 비슷하게 나타났는데, 이는 치근단 손상부에 충전된 재료에 의한 증식이라기 보다는 치근단공을 천공할 때 형성된 상아질과 백악질조각에 의한 증식으로 생각되며 이들 재료를 사용하지 않았더라도 신생백악질의 침착은 있었을 것으로 사료된다.

한편 다른 군에 비해 수산화칼슘군은 현저한 백악질의 침착을 보였는데, 이는 수산화칼슘이 신생백악질의 형성을 유도하는 재료임을 보여주었다.

사용된 재료의 흡수에 관하여 Holland 등³⁴⁾은 동물실험에서 치근단공을 확대하여 수산화칼슘을 충전한 90일 후에 수산화칼슘은 완전히 흡수되었고 근관내로 결체조직의 내성장이 있었다고 보고 하였으나, Smith 등⁵⁶⁾은 근침이 형성되지 않는 무수치의 근관에 수산화칼슘을 충전한 결과, 수산화칼슘은 완전히 흡수되지 않고 치근단 주위에서 유착되어 치근단공이 석회화되는 과정에서 흡수되지

않는 수산화칼슘에 의해 포말같은 구조(bubble-like structure)가 형성되므로 충전재를 근관내에 제한 시켜야 한다고 하였으며, Mors 등⁴⁷⁾은 제 3 인산칼슘을 매식한 6개월 후 매식체는 완전히 흡수되어 정상적인 골조직으로 대체되었다고 하였고, Denissen 등²¹⁾은 수산화인산칼슘을 동물의 골조직에 매식한 6개월 후 매식체 표면에서 신생골의 직접적인 유착은 있었으나 어떠한 흡수도 나타나지 않았다고 보고하였다.

본 연구에서 제 3 인산칼슘은 10일부터 흡수상을 보여 60 일에는 거의 대부분 흡수되었고, 수산화칼슘은 20 일에서 흡수되기 시작하여 후기로 가면서 많은 양의 흡수가 나타났으나 수산화인산칼슘은 전 기간을 통해 흡수상이 관찰되지 않았다.

Jarcho 등³⁹⁾은 재료의 흡수과정에 대해 세포의 탐식작용에 의한 분해과정(cell-mediated process)과 생리적 용액에 의한 용해과정(solution-mediated process)을 통해 재료의 흡수가 일어난다고 보고 하였는데, 본 연구에서 충전된 과립주위에 거대세포의 출현을 관찰할 수 없는 바 치근단 손상부에 충전된 재료의 흡수는 생리적 용액에 의한 것으로 생각되며, 제 3 인산칼슘과 수산화칼슘이 흡수되는 기간의 차이는 재료의 용해도³⁶⁾와 화학적 성분의 차이 때문으로 사료된다.

이상의 결과로 치근단공을 지나 확대된 치근단 손상부에서 수산화칼슘과 수산화인산칼슘 및 제 3 인산칼슘의 사용은 경조직의 형성을 유도하고, 치근단 주위조직과 친화성이 있어 치유에 대한 좋은 결과를 줄 수 있는 재료로 생각되나 임상에 이용하기 위해서는 보다 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

건강한 성견 4두의 하악소구치에서 치근단공을 인위적으로 천공시켜 치근단부를 손상시킨 후 치근단 손상부에 각각 수산화칼슘(calcium hydroxide)과 수산화인산칼슘(hydroxylapatite) 및 제 3 인산칼슘(tricalcium phosphate)을 주입하여 근관을 gutta-percha로 충전한 3군의 실험군과 통법에 의해 근관을 충전한 대조군으로 분류하여 10 일, 20 일, 40

일 및 60 일 후에 병리조직학적으로 비교 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 실험군에서 기간의 차이는 있었으나 치근단 손상부에서 신생골의 생성을 관찰할 수 있었다.
2. 40 일에서 실험군은 치근단 손상부가 육아조직에 의해 치유되는 소견을 보였으나 대조군에서는 육아조직에 의한 치유소견이 관찰되지 않아 실험군에서 더 빠른 치유과정을 보여주었다.
3. 실험군은 60 일에서 만성염증상태의 소실을 나타내 사용된 재료의 치근단 주위조직에 대한 친화성을 보여주었다.
4. 모든 군은 10 일과 20 일에서 백악질의 흡수상을 보였고, 40 일과 60 일에서 백악질의 증식상을 보였으며 특히 수산화칼슘군은 백악질을 현저한 증식으로 인해 치근단공의 내경이 감소되었다.
5. 수산화칼슘과 제 3 인산칼슘은 흡수상을 나타냈고, 수산화인산칼슘은 전 실험기간 동안 흡수상이 나타나지 않았다.

참 고 문 헌

1. 김영주 : "가토 하악골에 이식한 Durapatite의 조직학 및 주사전자현미경적 연구", 「연세치대논문집」, 3: 69-83, 1985.
2. 김학원, 이상철 : "생분해성 Ceramic의 조직 반응 및 골형성능력에 미치는 영향에 관한 연구-조직병리학적, 조직화학적 및 미세방사선학적 연구", 「대한악안면성형외과학회지」, 7: 139-157, 1985.
3. 양문규 : "Tricalcium Phosphate와 Durapatite가 치수조직에 미치는 영향에 관한 실험적 연구", 「대한치과보존학회지」, 9: 7-14, 1983.
4. 윤수한 : "호제근충제 Vitapex와 수산화칼슘이 근침형성에 미치는 영향에 관한 연구", 「대한치과보존학회지」, 11: 19-25, 1985.
5. 임성삼, 김영해, 이정식, 이명종, 윤수한, 권혁춘, 엄정문 : "수산화칼슘이 손상치수조직 및 치근단조직의 치유에 미치는 영향에 관한 연구", 「대한치과보존학회지」, 8: 123-132, 1982.

6. 최목균, 배 창 : “가토 대퇴골에 이식된 Hydroxylapatite 이식체에 대한 조직반응”, 「대한치과의사협회지」, 25 : 71 - 77, 1987.
7. 허용열, 신효근 : “가토 하악골 결손부에 Dense Hydroxylapatite Block 과 Porous Polyethylene 의 이식후 치유과정에 관한 비교 실험적 연구”, 「대한악안면성형외과학회지」, 10 : 123 - 135, 1988.
8. 中川寛一, 有泉祐吾, 樋出誠, 森水一喜, 青木宏道, 加藤廣之, 伊藤彰人, 浅井康宏 : “ハイドロキシアパタイトの 根管充填材 としての應用價值 關する實驗病理學的研究(第一報)”, 「日齒保誌」, 27 : 190, 1984.
9. 有泉祐吾 : “ルン酸カルウム系七力ミクの根管充填材としての應用價值に 關する 實驗病理學的研究”, 「日齒保誌」, 28 : 567, 1985.
10. Bakhordar, R.A., and Meyer, J.R. : “Histologic evaluation of a human periapical defect after implantation with tricalcium phosphate”, *Oral Surg.*, 61 : 201 - 206, 1986.
11. Benenati, F.W., Roane, J.B., Biggs, J.T., and Simon, J.H. : “Recall evaluation of iatrogenic root perforation repaired with amalgam and gutta-percha”, *J. Endo.*, 12 : 161 - 166, 1986.
12. Benatti, O., Valdrighi, L., Biral, R.R., and Pupo, J. : “A histological study of the effect of diameter enlargement of the apical portion of the root canal”, *J. Endo.*, 11 : 428 - 434, 1985.
13. Boone, M.E., and Kafrawy, A.H. : “Pulp reaction to tricalcium phosphate ceramic capping agent”, *Oral Surg.*, 47 : 369 - 371, 1979.
14. Brady, J.E., Himel, V.T., and Weir, J.C. : “Periapical response to an apical plug of dentin filings intentionally placed after root canal overinstrumentation”, *J. Endo.*, 11 : 323 - 329, 1985.
15. Bramante, C.M., and Berbert, A. : “Root perforations dressed with calcium hydroxide or zinc oxide and eugenol”, *J. Endo.*, 13 : 392 - 395, 1978.
16. Brown, W.E., and Chow, L.C. : “A new calcium phosphate setting cement”, *IADR(abstract)*, 62 : 672, 1983.
17. Chang, C.S., Matukas, V.J. and Lemons, J.E. : “Histologic study of [hydroxy]apatite as an implant material for mandibular augmentation”, *Oral Maxillafac. Surg.*, 41 : 729 - 737, 1983.
18. Citrome, G.P., Kaminski, E.J., and Heuer, M.A. : “A comparative study of tooth apexification in the dog”, *J. Endo.*, 5 : 290 - 297, 1979.
19. Coviello, J., and Brilliant, J.D. : “A preliminary clinical study on the use of tricalcium phosphate as an apical barrier”, *J. Endo.*, 5 : 6 - 13, 1979.
20. Cutright, D.E., Bhaskar, S.N., Brady, J.M., Getter, L., and Posey, W.R. : “Reaction of bone to tricalcium phosphate ceramic pellets”, *Oral Surg.*, 33 : 850 - 856, 1972.
21. Denissen, H.W., de Groot, K., Makkes, P.ch., van den Hoof, A., and Kloppe, P.J. : “Tissue response to dense apatite implants in rats”, *J. Biomed. Mat. Res.*, 14 : 713 - 721, 1980.
22. ElDeeb, M.E., Thuc-Quyen, N., and Jensen, J.R. : “The dentinal plug : Its effect on confining substance to the canal and on the apical seal”, *J. Endo.*, 9 : 355 - 359, 1983.
23. Franz, F.E., Holz, J., and Baume, L.J. : “Microradiographic assessment of neodentinal bridging following direct pulp capping in human teeth”, *J. Endo.* 11 : 6 - 10, 1985.
24. Froum, S.J., Kushner, L., Scopp, I.W., and Stahl, S.S. : “Human clinical and histologic responses to Durapatite implants in intraosseus lesions : case reports”, *J.Periodontol*, 53 : 719 - 725, 1982.
25. Fukui, H., Taki, Y., and Abe, Y. : “Implantation of new calcium phosphate glass-ceramics”, *J. Dent. Res.*, 56 : 1260, 1977.
26. Getter, L., Bhaskar, S.N., Cutright, D.E., Perez, B., Brady, J.M., Driskell, T.D., and Ohara, M.J. : “Three biodegradable calcium phosphate slurry implants in bone”, *Oral Surg.*, 30 : 263 - 268, 1972.
27. Ghose, L.J., Baghdady, V.S., and Hikmat; B.Y. : “Apexification of immature apices of pulpless permanent anterior teeth with calcium hydroxide”, *J. Endo.*, 13 : 285 - 290, 1987.

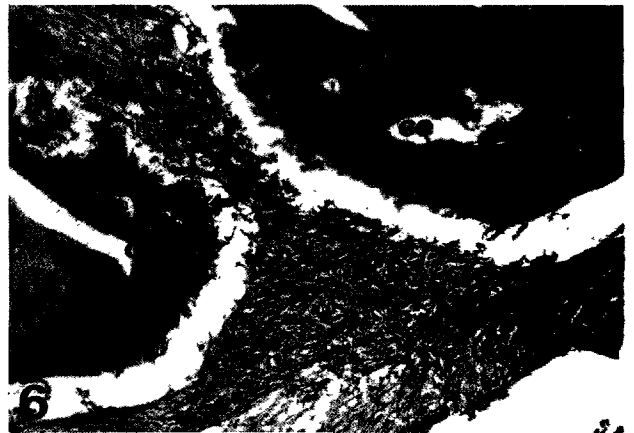
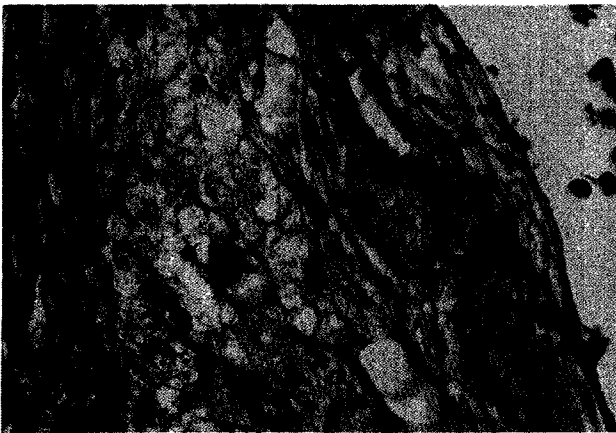
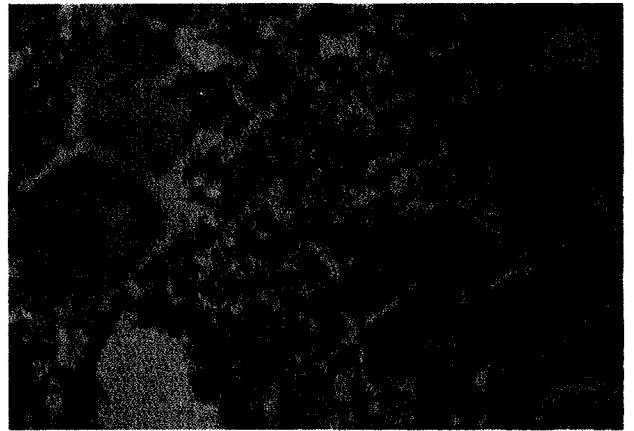
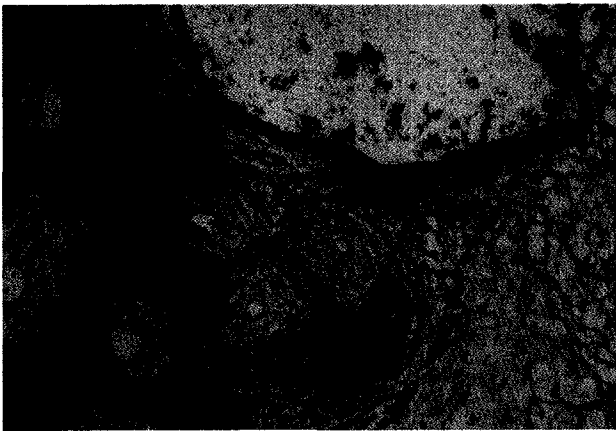
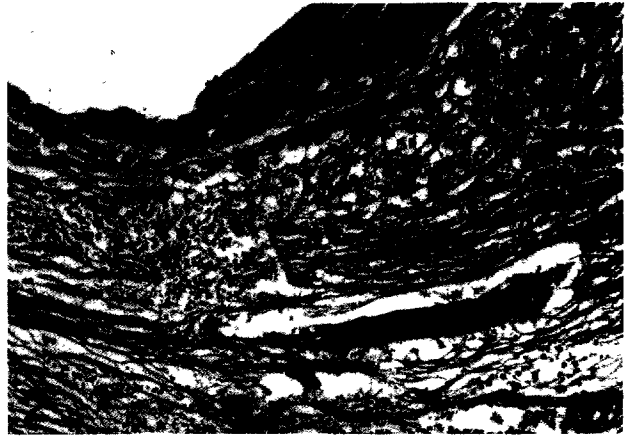
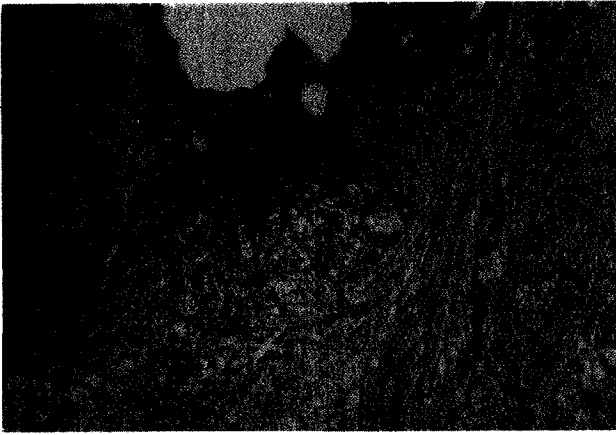
28. Goldberg, F., Massone, E.J., and Spielberg, C. : "Evaluation of the dentinal bridge after pulpotomy and calcium hydroxide dressing", *J. Endo.*, 7 : 318 - 320, 1984.
29. Heithersay, G.S. : Stimulation of root formation in incompletely developed pulpless teeth", *Oral Surg.*, 29 : 620, 1970.
30. Himel, V.T., Brady, J., and Weir, J. : "Evaluation of repair of mechanical perforations the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate or calcium hydroxide", *J. Endo.*, 11 : 161 - 165, 1985.
31. Holland, G.R. : "Periapical response to apical plugs of dentin and calcium hydroxide in Ferret canines", *J. Endo.*, 10 : 71 - 74, 1984.
32. Holland, R., and de Souza, V. : "Ability of a new calcium hydroxide root canal filling material to induce hard tissue formation", *J. Endo.*, 11 : 535 - 543, 1985.
33. Holland, R., de Souza, V., Nery, M.J., de Mello, W., Bernabe, P.F.E., and Otoboni Filho, J.A. : "Tissue reactions following apical plugging of the root canal with infected dentin chips. A histologic study in dog's teeth", *Oral Surg.*, 49 : 366 - 369, 1980.
34. Holland, R., Nery, M.J., de Mello, W., de Souza, V., Bernabe, P.F.E., and Otoboni Filho, J.A. : "Root canal treatment with calcium hydroxide : I. Effect of overfilling and refilling", *Oral Surg.*, 47 : 87 - 92, 1979.
35. Holland, R., Nery, M.J., de Mello, W., de Souza, V., Bernabe, P.F.E., and Otoboni Filho, J.A. : "Root canal treatment with calcium hydroxide. : III. Effect of debris and pressure filling", *Oral Surg.*, 47 : 185 - 188, 1979.
36. Holland, R., Nery, M.J., Souza, V., Bernabe, P.F.E., Mello, W., and Otoboni Filho, J.A. : "The effect of the filling apical plugging of the root canal with dentin chips : A histologic study in Monkey teeth", *Oral Surg.*, 55 : 398 - 401, 1983.
37. Jarcho, M. : "Biomaterial aspects of calcium phosphate", *Dent. Clin. Nor. Am.*, 30 : 25 - 47, 1986.
38. Jarcho, M. : "Calcium phosphate ceramics as hard tissue prosthetics", *Clinical Orthopedics and Related Research*, 157 : 259 - 278, 1981.
39. Javelet, J., Torabinejad, M., and Bakland, L.K. : "Comparison of two pH levels for the induction of apical barriers in immature teeth of Monkeys", *J. Endo.*, 11 : 375 - 384, 1985.
40. Jean, A., Kerebel, B., Kerebel, L.M., Legeros, R.Z., and Hamel, H. : "Effects of various calcium phosphate biomaterials on reparative dentin bridge formation", *J. Endo.*, 14 : 83 - 87, 1988.
41. Koenigs, J.F., and others. : "Induced apical closure of permanent teeth in adult primates using a resorbable form of tricalcium phosphate ceramic", *J. Endo.*, 1 : 102 - 106, 1975.
42. Leonardo, M.R., Comelli Lia, R.C., Esberard, R. M., and Neto, C.B. : "Immediate root canal filling : The use of cytophylactic substances and noncytotoxic solutions", *J. Endo.*, 10 : 1 - 8, 1984.
43. Levin, M.P., Getter, L., Cutright, D.E., and Bhaskar, S.N. : "Biodegradable ceramic in periodontal defects", *Oral Surg.*, 38 : 344 - 351, 1974.
44. Meister, F., Lommel, T.J., Gerstein, H., and Davies, E.E. : "Endodontic perforations which resulted in alveolar bone loss", *Oral Surg.*, 47 : 463 - 470, 1979.
45. Metsger, S.D., Driskell, T.D., and Paulsrud, J.R. : "Tricalcium phosphate ceramic-a resorbable bone implant : review and current status", *J.A.D. A.*, 105 : 1035 - 1038, 1982.
46. Mitchell, D.F., and Schankwalker, G.B. : "Osteogenic potential of calcium hydroxide and other materials in soft tissue and bone wound", *J. Dent. Res.*, 37 : 1157, 1958.
47. Mors, W.A., and Kaminski, E.J. : "Osteogenic replacement of tricalcium phosphate ceramic implants in the dog palate", *Arch. Oral Biol.*, 20 : 365 - 367, 1975.
48. Moskow, B.S., and Lubarr, A. : "Histological assessment of human periodontal defect after Du-

- rapatite ceramic implants", *J. Periodontol.*, 54 : 455 - 462, 1983.
49. Oswald, R.T. : "Procedural accidents and their repair", *Dent. Clin. Nor. Am.*, 23 : 593 - 615, 1979.
 50. Patterson, S.M., Patterson, S.S., Newton C.W., and Kafrawy, A.H. : "The effect of an apical dentin plug in root canal preparation", *J. Endo.*, 14 : 1 - 6, 1988.
 51. Pitts, D.L., Jones, J.E., and Oswald, R.J. : "A histological comparison of calcium hydroxide plugs and dentin plugs used for the control of gutta-percha root canal filling material", *J. Endo.*, 10 : 283 - 293, 1984.
 52. Quinn, J.H., and Kent, J.N. : "Alveolar ridge maintenance with solid nonporous hydroxylapatite root implant", *Oral Surg.*, 58 : 511 - 521, 1984.
 53. Rabalais, M.L., Yukna, R.A., and Mayer, E.T. : "Evaluation of durapatite ceramic as an alloplastic implant in periodontal osseus defect : I. Initial six-month result", *J. Periodontol.*, 52 : 680 - 689, 1981.
 54. Roane, J.B., and Benenati, F.W. : "Successful management of a perforated mandibular molar using amalgam and hydroxylapatite", *J. Endo.*, 13 : 400 - 404, 1987.
 55. Roberts, S.G., and Brilliant, J.D. : "Tricalcium phosphate as an adjunct to apical closure in pulpless permanent teeth", *J. Endo.*, 1 : 263 - 269, 1975.
 56. Seltzer, S., Sinal, I., and August, D. : "Periodontal effects of root perforations before and during endodontic precedure", *J. Dent. Res.*, 49 : 332 : 339, 1970.
 57. Sinai, L.H. : "Endodontic perforations : their prognosis and treatment", *J.A.D.A.*, 95 : 90 - 95, 1977.
 58. Smith, J.W., Leeb, I.J., and Torney, D.L. : "A comparison of calcium hydroxide and barium hydroxide as agents for inducing apical closure", *J. Endo.*, 10 : 64 - 70, 1984.
 59. Tagger, M., and Tagger, E. : "Pulp capping in monkeys with Reolit and Life, two calcium hydroxide bases with different pH", *J. Endo.*, 11 : 394 - 400, 1985.
 60. Tompson, M.B., Tomazing, B., Nancollas, G.H., Miller, W., and Everett, M. : "The seeded growth of calcium phosphate on dentin and predentin", *J. Dent. Res.*, 56 : 1369, 1977.
 61. Tronstad, L., Anderson, J.O., Hasselgren, G., Kristerson, L. and Riis, I. : "pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide", *J. Endo.*, 7 : 17 - 21, 1981.
 62. Watts, A., and Paterson, R.C. : "Pulp-capping studies with Analar calcium hydroxide and zinc oxide-eugenol", *J. Endo.*, 20 : 169 - 176, 1987.
 63. Weisenseel, J.A., Hicks, M.L., and Pelleu, G.B. : "Calcium hydroxide as apical barrier", *J. Endo.*, 13 : 1 - 5, 1987.
 64. Yukna, R.A., Mayer, E.T., and Brite, D.V. : "Longitudinal evaluation of durapatite ceramic as an alloplastic in periodontal osseus defects after 3 years", *J. Periodontol.*, 55 : 633, 1984.

Legend for figures

1. Micrograph of control group, on the 10th day after experiment.
It was noticed that blood clots with numerous capillary proliferation and monocytic infiltration were formed in the apical wound.(Masson's trichrome stain, 100X.)
1. Micrograph of control group, on the 40th day after experiment.
Thick fibrous tissue capsule was formed in the periphery of the apical wound, interspersing with small amounts of monocytes and small capillaries.(Masson's trichrome stain, 100X.)
3. Micrograph of control group, on the 60th day after experiment.
Dense mass of bony trabeculae with active osteoblastic activity was noticed in the wound margin, but fibrous tissue elements of the apical wound were decreased.(hematoxylin-eosin stain, 100X.)
4. Micrograph of calcium hydroxide group, on the 10th day after experiment.
It was noticed that calcium hydroxide particle(ch) being entrapped in the loose fibrin meshwork was not resorbed.(hematoxylin-eosin stain, 400X.)
5. Micrograph of calcium hydroxide group, on the 40th day after experiment.
It consisted of wooped rbc, young capillary and fibroblastic proliferation, and resorbed calcium hydroxide particle(ch) with some osteoblastic activity in its periphery.(Masson's trichrome stain, 400X.)
6. Micrograph of calcium hydroxide group, on the 60th day after experiment.
It was noticed that the mature collagen fiber bundle with small capillary and rbc was interposed to two apposite cementoid tissue(ce.). The cementoid tissue revealed active cementoblasts producing immature cementoid material.(Masson's trichrome stain, 100X.)
7. Micrograph of hydroxylapatite group, on the 10th day after experiment.
It was noticed that hydroxylapatite particles(ha) with some osteoblastic activity were entrapped in the loose fibrous connective tissue.(hematoxylin-eosin stain, 100X.)
8. Micrograph of hydroxylapatite group, on the 10th day after experiment.
It consisted of immature collagen fiber, small capillary and monocytic infiltration.(Masson's trichrome stain, 100X.)
9. Micrograph of hydroxylapatite group, on the 40th day after experiment.
Nonresorbed hydroxylapatite particles(ha) have active osteoblastic activity in its periphery.(hematoxylin-eosin stain, 100X.)
10. Micrograph of tricalcium phosphate group, on the 10th day after experiment. It consisted of dilated capillary proliferation, chronic inflammatory cell infiltration and discreted immature collagen fiber.(Masson's trichrome stain, 100X.)
11. Micrograph of tricalcium phosphate group, on the 20th day after experiment. It was noticed that osteoblastic activity was increased in the periphery of the filled tricalcium phosphate particle(tcp) with mature collagen fiber bundle.(Masson's trichrome stain, 100X.)
12. Micrograph of tricalcium phosphate group, on the 40th day after experiment. Active osteoblasts producing varying amounts of osteoid tissue were noticed in its periphery with resorbed margin.(Masson's trichrome stain, 100X.)
13. Micrograph of tricalcium phosphate group, on the 60th day after experiment. It was noticed that small sized tricalcium phosphate particles were entrapped in mature bone trabeculae with active osteoblastic activity in its periphery.(hematoxylin-eosin stain, 100X.)

조영 곤 논문사진부도(I)



조영 곤 논문사진부도(II)

