

치수복조제가 백서치수조직에 미치는 영향에 대한 병리조직학적 연구

연세대학교 대학원 치의학과

지도 **李 正 植** 교수

崔 盛 根 조교수

金 吉 泰

I. 서 론

치과임상분야에서 복합수복레진(Composite resin)의 사용이 증가되면서 부신피질호르몬(Corticosteroids)계통의 새로운 약제가 소개되고 또한 치과보철영역에서 치아삭제량이 증가함에 따라 치수를 보호하기 위한 제제에 보다많은 관심이 집중되게 되었다.

수산화칼슘과 산화아연유지놀은 단일제제로서 치수보호에 오래동안 사용되어 왔으며 Polyacrylic acid 등을 첨가하여 와동이장제로서도 사용되고 있다. 수산화칼슘은 Salicylate 등과 반응시켜 치수복조제 및 생활치수절단시 약제로 쓰이며 산화아연은 유지놀에 혼합시켜 치수약제로 많이 쓴다. 이들 약제의 치수에 대한 효과에 대하여 Glass와 Zander¹⁾는 산화아연유지놀로 치수복조를 한 경우에는 비록 치수가 생활력이 있더라도 치유가 일어나지 않으며 만성염증이 존재하게되나 수산화칼슘으로 치료한 경우에는 급속한 치유가 일어나며 비교적 염증이 없다고 발표했으며, Berman과 Massler²⁾는 비록 수산화칼슘을 사용한 백서의 치수에서 치유가 잘 일어나나 그것은 칼슘이온에 의한것이 아니라 이 수산화칼슘의 높은 알카리성과 응고작용 때문이라고 주장하였다. Pereira와 Stanley³⁾는 치수노출의 범위 및 부위에 따른 치수약제의 효과를 비교하면서 수산화칼슘이 치수의 치유를 촉진시킨다고 보고하였다. 그러나 Pappas나 Massler⁴⁾는 규산세멘트 배이스로 사용한 산화아연유지놀이 수산화칼슘보다 더 효과적이었다고 발표했으며 Plant⁵⁾는 약제의 산도와 치수에 대한 손상과는 무관하며 수분흡수까지 수손상을 초래할 가능성이 있다고 보고 산화아연을 산도가 적어면서 치수손상을 아주 경미하게 일으킨

다고 했으며 Rowe⁶⁾는 일반적으로 분말상태의 약제가 치수반응이 좋으나 수산화칼슘분말로서 충전한 33개의 치아중 23개 치아에서 상당한 치수괴사 및 염증이 치수강에 존재하였다고 주장했으며 Paterson⁷⁾은 증류수에 섞은 수산화칼슘이 백서의 노출된 구치부에서 좋지않은 반응을 보였으며 물에 섞은 산화아연은 가장 좋은 치수치유결과를 얻었으나 산화아연유지놀제제인 Cavitec⁸⁾은 좋지않은 치유결과를 나타냈다고 발표하였다. Avery⁹⁾는 원숭이 치아에서 수산화칼슘은 치수의 노출에 관계없이 시간이 경과함에 따라 점차적으로 치수에 경미한 영향을 주었으나 산화아연유지놀은 약간의 증가된 치수위해작용을 갖는다고 보고했으며 Heys¹⁰⁾등은 산도의 변화가 치수의 치유경과중 아무 영향을 미치지 못하였으나 산화아연유지놀이 가장적인 수복성상아질(reparative dentin)을 형성하였고 유치와 영구치에서 약제의 반응이 유사함을 주장하였다.

전술한 바와같이 현재까지의 실험보고를 종합하여 볼 때 수산화칼슘 및 산화아연유지놀계통의 약제에 대한 정확한 조직반응기전이 성립되지 않으며 실험동물의 종류 및 실험방법에 따라 결과보고가 다르다 하더라도 다른 생물학적 실험이 유용하리라생각되어 치과임상에서 사용되는 수산화칼슘제제인 Dycal¹¹⁾과 산화아연유지놀제제인 Cavitec¹²⁾을 선택하여 병리조직학적으로 유의할만한 소견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

체중 130gm 내외의 Sprague-dawley계의 백서 30마리를 사용하였다. 이들을 성별에 관계없이 상악

Table 1. Composition of Dycal and Cavitec[®]

Dycal [®] (L.D. Caulk Co., USA)	*Cavitec [®] (Kerr Manufacturing Company, USA)
Titanium dioxide	Eugenol
Calcium tungstate	Zinc oxide
1,3 butylene	Sulfathiazol
Calcium hydroxide	Chlorobutanol
Zinc oxide	Oleoroessins
Zinc stearate	Others (accelerators, filler, etc.)
Ethyl toluene sulphonamide	

*Cavitec-unmodified ZOE ("An outline of dental materials and their selection.

O'brien and Ryge. W.B. Saunders Company, Philadelphia.)

의 제 1, 2 대구치를 실험대상으로, 제 3 대구치는 대조군으로 임상에서 사용했으며 충전약제로는 수산화칼슘제제로 임상에서 상용하는 Dycal[®]과 산화아연유지놀제제인 Cavitec[®]을 선택하였다. 제조회사에서 제시한 주요성분은 Table I 과 같으며 실험동물은 제 1, 3, 5, 7, 14 그리고 21일군으로 나누어 각군마다 5마리로 하였다.

나. 실험방법

각 실험백서에 체중 1kg당 Secobarbital 30mg을 복강내에 주사하여 마취시키고 양와위로 실험대에 고정, 상악우측 제 1, 2 대구치에 No.33號 inverted cone bur로 1mm 길이로 와동형성후 Dycal[®]을 충전하고 제 3 대구치는 대조군으로 사용하였다. 상악좌측에는 제 1, 2 대구치에 Cavitec[®]을 충전하고 제 3 대구치는 역시 대조군으로 활용하였다. 와동형성중에 치아표면은 알콜로 소독하는데 그쳐으며 완벽한 소독을 위한 장치는 이용할 수 없었고 협점막에서 분비되는 타액은 면봉으로 차단하고 형성된 와동에 대한 오염은 기총 (air syringe)으로 건조시켰다.

Berman⁶, Maurice¹³와 Schour이 제시한 근심치 근상방의 5급와동이나 협측 5급와동 형성은 실험에 난점이 있어 제 1, 2 대구치의 근심열구에 1급와동을 형성하였다. 실험기간중 시중의 배합사료보다는 충전약제의 마모와 탈락을 방지하기 위하여 우유, 카스테라등 가능한 유동식으로 사육하였으며 오전과 오후로 나누어 구강검사를 실시하여 충전물이 탈락된 경우는 본 실험대상에서 제외시켰다.

III. 실험성적

1. 산화아연유지놀제제 (Cavitec[®])를 충전한 치아에서의 관찰결과

① 제 1 일군

약제와 인접한 교합면 부위의 치수에서는 조상아세포 (Odontoblasts)층의 파괴 및 섬유아세포 (fibroblasts)들의 변성에 의하여 세포수의 현저한 감소가 보이며 염증세포인 원형세포 (roundcell)의 침윤현상과 호염기성의 조상아세포층이 약간 탈락한 치경부의 조상아세포층에서는 전상아질 (predentin)이 관찰되었다. 혈관들이 와동에서 먼 치경부에서 많이 나타났다 (Fig.1).

② 제 3 일군

치수노출이 안된 치아에서는 와동과 인접한 치수 아래에서 동질성기질 (homonized ground substance)을 관찰될 정도로 치수세포의 변성이 심하게 나타났으며 동일치아에서 와동에서 먼 치수강쪽은 거의 정상적 세포들이 관찰되었다. 한편 와동에 인접한 조상아세포층은 일부 파손되어 탈락현상이 보이며 반대쪽은 정상적인 섬유아세포와 혈관을 관찰할 수 있었다. (Fig 2).

일부 치수가 노출된 제 3 일군에서는 치수강에 유입된 상아질편 (dentin chips) 들레에 단핵세포 (monocyte), 임파세포 (Lymphocyte), 형질세포 (plasma cell) 등을 볼 수 있었다. (Fig.3)

③ 제 5 일군

노출된 치수의 와동가까이에 조상아세포층이 다시 나타나고 치수에도 작은 크기의 미분화 간엽세포(undifferentiated mesenchymal cells) 및 혈관들이 조상아세포층 가까이에 나타나 치유과정이 일어남을 관찰할 수 있었다. (Fig. 4)

④ 제 7 일군

치수강내에 유입된 Cavitec[®] 주위에 섬유성방어벽(fibrous protective wall)을 형성한 모양을 보이며 이 벽의 아래는 완전히 피사된 치수조직이 관찰되었다. 그러나 치수강벽에는 두터운 전상아질(predentin)층을 볼 수 있었다. 이 7 일군의 치아들은 모두 어떤 원인에 의해 감염받은 치수로 관찰되었다. (Fig. 5)

⑤ 제 14 일군

치수가 노출된 직하방의 면쪽에서 재생성 상아질(reparative dentin)에 의한 예성상아질층(dentin-bridge)형성의 초기현상을 보이며 조상아세포 층의 배열이 정연하고 치수세포도 정상에 가까운 형태이다. 불규칙하고 두터운 재생성상아질층이 교합면 가까이에 현저하게 형성되었음이 관찰되었다.

(Fig. 6)

⑥ 제 21 일군

치경부쪽에 특이한 수복성상아질(reparative-dentin)에 의한 방어기전이 보이며 치수는 전부 피사되어 있었다. 이 실험군에서는 모두 어떤 원인, 즉 조작중의 감염, 충전약제의 탈락, 또는 미세유출(microl leakage), 전신허약등에 의하여 치유도중에 감염을 받은 것으로 추측되었다. (Fig. 7)

2. 수산화칼슘제재(Dycal[®])를 충전한 치아에
서의 관찰결과.

① 제 1 일군

조상아세포층은 거의 정상을 유지하나 어느부위에서는 약간 소실된 곳을 볼 수 있었으며 증가된 혈관이 관찰되었고, 기타 치수세포들도 정상적 소견을 보였다. (Fig. 8)

② 제 3 일군

치수노출과 접한 부위에 약간의 섬유아세포 변성이 보이며, 그 아래 치수강에는 활성기의 섬유아세포가 있고 증가된 혈관 및 전상아질, 그리고 파괴된 조상아세포층이 보였다. 그리고 특징적인 조상아세포층 및 치수조직내에 공포들이 무수히 형성되었다. (Fig. 9), 조상아세포층의 공포주위에는 형질세포(plasmocyte) 및 대식세포(macrophage)로 둘러싸여 있었다. (Fig. 10)

③ 제 5 일군

노출된 치수에 유입된 Dycal[®] 주변에 응고된 피사층이 있으며 그 하방에 자유세포층(cell free)이 존재하였다. 혈관이 많으나 정상적인 치수세포가 존재하고 치경부의 치수벽에 전상아질층이 두껍게 형성되어 있음이 관찰되었다. 그리고 약간의 염세포 침윤이 보였다. (Fig. 11)

④ 제 7 일군

두꺼운 전상아질을 형성하는 조상아세포층 근처에 혈관이 존재하며 일부 조직면에서는 치경하방 치수조직내에 염증말기에 나타나는 호산성 세포층 및 치수강내 치수조직에 여전히 많은 공포들을 나타내는 조직면도 관찰되었다. (Fig. 12)

⑤ 제 14 일군

노출된 치수부위에 거의 완성된 수복성 상아질에 의한 예성상아질(dentin-bridge)층이 형성되었으며, 예성상아질층내에 갇혀진 완전 석회화되지 않은 치수세포 및 혈관세포들이 관찰되었다. 치수강 내의 치수세포들은 정상이었으나 치수내의 기질이 약간 석회화된 경향이 있었다. (Fig. 13)

⑥ 제 21 일군

잘 형성된 예성상아질층 및 정상적인 치수세포와 정돈된 조상아세포층이 관찰되었다. (Fig. 14)

IV. 총괄 및 고안

1920년 Berman¹⁾이 수산화칼슘을 소개한 이래 이 제제는 높은 알칼리성과 칼슘이온으로써 이 약제의 적용부위에 수복성상아질형성시기에 직접 참여하고 화학적 중화제, 또 하나의 물리적 방어벽으로서 치수를 보호한다고 인정되어 임상에서 많이 사용되고 있다. 그러나 Attala²⁾ 등은 칼슘동위원소를 이용한 자기방사법적 연구를 통하여 수복성 상아질층의 칼슘이 치수복조제에서 유리되는 것이 아니라고 보고했으며, Schroder³⁾는 예성상아질층의 칼슘이온이 치수혈관에서 유래한다고 주장했으며, Kozlov 와 Massler⁴⁾는 수산화칼슘을 비롯한 치수복조제가 치수조직자체의 치유형태에 어떤 영향을 미치는 것이 아니며, 단지 치수의 방어기전을 촉진한거나 지연시키는 정도라고 주장하였다. 본 실험에서 제 1 일군과 제 3 일군에 Cavitec[®] 을 치수복조제로 사용한 경우에 와동하방에 조상아세포층의 소실, 치수조직의 변성에 의한 치수세포의 현저한 감소등은 Heys⁵⁾ 등이 보고한 3 일군의 치수병변, 증가된 세포 수

약간의 조상아세포층의 파괴, 염증세포의 존재와는 차이가 나는 결과이었으며, 이는 산화아연유지놀의 결체조직 위해작용이 아닌가 생각되며 실제로 Rowe²⁰는 유지놀의 독성을 회색시키기 위하여 클로버오일을 유지놀과 동일용량으로 섞어 실험하였으나 효과있는 결과를 보지못하였다고 보고한 바 있다. Cavitec[®]을 사용한 제 7일군의 실험에서 사용된 약제 하방 주위에 방어성섬유벽(protective fibrous barrier)을 형성하였고 그 하방 근근의 치수까지 파사되어 있었으며, 또한 제 21일군에 있어서도 치유도중 치수의 파사가 관찰되었는데 이는 실험도중 소독이 철저하지 못하였고 충전약제의 미세수축을 통한 치수세포의 감염, 이미 세균감염치수와 충전약제의 사이에 존재하는 상아질편이나 혈액에 의한 공간에 장기간에 걸친 치수변성과 파사, 실험기간동안의 전신적인 허약 상태등에 의한 변성 및 파사를 생각할 수 있으며 Berman⁶은 충전약제의 상실에 의하여 치수의 조기변성, 급성염증, 치근단농양, 전체적인 초기상태의 석회화등이 야기될 수 있다고 했으며 Cotton⁷은 산화아연유지놀이나 수산화칼슘이 살균적 성질이 없으므로 충전시 항상 세균과 밀접하게 접촉하고 있다고 보고했고 Schröder²¹는 치수절단술시에 절편표면과 수산화칼슘 사이에 존재하는 혈액은 치유를 지연시킨다고 보고했으며, Berman과 Massler⁵는 혈액과 수산화칼슘을 섞어 치유율을 높일 수 있다고 주장하였다. 치수복조 실험중 충전물이 탈락하거나 미세수축이 있는 경우에 치유가 되지 않으며 광범위한 치수변성이 관찰된다고 보고하였다. 이들로 미루어 보아 치수복조 시술시 철저한 소독을 시행 하는것은 권장 되어야 된다고 사료된다. 제 7일군의 Dycal[®]과 제 14일군의 Cavitec[®]을 사용한 치수에서 수복성상아질이 예성상아질층을 형성하기 시작하였는데 이로 보아 Dycal[®]을 사용한 치수에서 치유속도가 빠름을 알수 있으며, 이것은 최²²의 H³-thymidine동위원소를 이용한 자기방사법적연구에서 수산화칼슘을 이용한 치수에 세포경신, 세포분열이 왕성한 보고와 유사한 결과이며, 또한 Berman과 Massler⁵, 그리고 Kozlov¹²의 실험결과와 동일하다.

Dycal[®]을 충전한 제 3, 5, 7 일군에서 발견되는 원인불명의 조상아세포층과 치수조직내의 많은 공포들에 대해서는 보고된 바가 태무하고 조직편을 제작할 때의 인위적인 결함이 아닌가 주장하는 학자들도 있으나 Baum⁴은 수산화칼슘을 사용한 제

3일군에서 조상아세포층에 형질세포와 대식세포에 둘러싸인 치수내 공포를 발견했으며, Heys¹³등 도 수산화칼슘을 사용한 3일군에서 치수내에 공포를 보고한 바 있다. 또한 Sveen²³, Ehrenreich⁸ 등은 유치에 산화아연유지놀을 사용하면 좋은 결과를 갖고 온다고 했으며 수산화칼슘을 치수복조제로 사용시 생기는 공포 및 치수내 흡수는 조직편 제작시의 것으로 인정하는 경향이 있으나 Schröder와 Granath²²등은 약제를 치수면에 밀착되게 사용하여 혈액의 개입을 막으면 만성염증에 의하여 생기는 치수내 상아질흡수는 막을수 있다고 보고하였다. 제 21일군에 수산화칼슘을 사용한 치수에서 수복성상아질에 의한 예성상아질층 형성은 Patterson⁶, Berman⁶, Pereira¹⁷, Cotton⁷, Pit Ford¹⁸등의 보고와 일치하여 치유과정에 대한 두 실험약제의 차이에 대해서는 다수의 학자가 수산화칼슘제제가 치수에 좋은 반응을 보인다고 했으나 Pappas와 Massler¹⁵, Lowe²⁰, Plant¹⁹, 그리고 Baum⁴등은 산화아연유지놀이 더 우수한 약제라고 했으며 Hirschfeld¹¹는 같은 수산화칼슘제제라도 Hydrex[®]는 치수에 염증 및 파사를 일으켜 좋지않은 치수반응을 보였다고 보고하였다.

Basker 등은 Dycal[®]을 대조군으로 새로운 치수복조제로 소개된 Isobutyl cyan-acrylate를 인간치수에 사용하여 이 약제가 즉각적인 지혈작용이 있으며 생물학적으로 불활성이고 손상받은 치수 조직의 치유를 돕는다고 발표했으며, 현재도 이 약제는 여러 학자들에 의해 적극 연구되고있다. 본 실험과 상기 여러 학자들의 실험결과를 미루어 보아 수산화칼슘제제가 산화아연유지놀제제보다 치수에 좋은 것은 인정되나 그 기전은 확실치 않으며 진통작용 및 항균, 항염작용이 없어 앞으로 이 분야의 연구가 기대되며 치수약제의 실험 및 치과임상에서 치수치로서 소독을 철저히 행하여야 소기의 시술방법 및 약제사용에 따른 효과는 충분히 기대할 수 있다고 사료된다.

V. 결 론

저자는 치수복조제의 시기별 치수반응 및 제품사이의 차이를 규명하기 위하여 체중 130gm 내외의 Sprague-dawley계의 백서에서 상악우측 제 1, 2대구치에 Dycal[®], 상악좌측 제 1, 2대구치에 Cavitec[®]을 사용하여 그치수조직에 미치는 영향을 병리

조직학적으로 관찰, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 치수치유형태는 치수조직위에 사용된 치수복조제에 의해 다르게 나타났다.
- 2) 노출된 치수의 예성상아질층(dentin-bridge) 형성은 시술 14일 전후에 관찰되었다.
- 3) Dycal[®]이 Cavitec[®]보다 조직학적 치유속도가 빨랐다.
- 4) Dycal 을 사용한 치수의 제 3, 5, 및 7일 군에서 특이한 공포(Vacuoles)들이 나타났다.

REFERENCES—

1. Attalla, M.N., and Noujaim, A.A: Role of calcium hydroxide in the formation of reparative dentine. *J. Cand. Dent. Assn.* 35(5) 267-269, 1969.
2. Avery, J.K: Response of the pulp and dentin to contact with filling materials. *J. Dent. Res.* 54: 188-197, Special issue, 1975.
3. Bhaskar, S.N., Beasley, J.D., Ward, J.P. and Cutright, D.E: Human pulp capping with isobutyl cyanoacrylate. *J. Dent. Res.* 5(1) 58-61, 1972.
4. Baume, L.J., Holz, J. and Fiore-Donno, G: Produits intermediaired obturation soumis au test biologique normalise. *J. Canad. Dent. Assn.* 38(1) 18-27, 1972.
5. Berman, D.S. and Massler, M: Experimental pulpotomies in rat molars. *J. Dent. Res.* 37(2) 229-242, 1958.
6. Berman, D.S: Pulpal healing following experimental pulpotomy. *Brit. Dent. J.* 35: 1-16, July, 1958.
7. Cotton, W.R: Bacterial contamination as a factor in healing of pulp exposures. *Oral Surg.* 38(3) 441-450, 1974.
8. Ehrenreich, D.W: A comparison of the effects of zinc oxide eugenol and calcium hydroxide on carious dentin in human primary molars. *J. Dent.* 35: Child. 451-456, 1968.
9. Glass, R.L. and Zander, H.A: Pulp healing. *J. Dent. Res.* 28(2) 97-107, 1949.
10. Hirschfeld, Z., Sela, J. and Ulmanky, M: Hydrax and its effect on the pulp. Primary findings on the rat molar. *Oral Surg.* 34(2) 371, 1972.
11. Heys, D.R., Cos. C.F. and Avery, J.K: Histopathologic evaluation of the effect of four calcium hydroxide liners on monkey pulps. *J. Oral path.* 5: 129-148, 1976.
12. Kozlov, M. and Massler, M: Histologic effects of various drugs on maputated pulps of rat molars. *Oral Surg.* 13(4): 455-469, 1960.
13. Maurice, C.G. and Schour, I: Experimental cavity preparation in the molar of the rat. *J. Dent. Res.* 34(3) 429-434, 1954.
14. Negm, M.M., Combe, E.C. and Grant, A.A: Reaction of the exposed pulps to new cements containing calcium hydroxide. *Oral Surg.* 51(2) 190-204, 1981.
15. Pappas, A. and Massler, M.: Bioassay of cavity liners under silicate cement filling in rat incisors. *J. Dent. Child.* 26: 335-342, 1952, 1959.
16. Paterson, R.C: The reaction of the rat molar pulp to various materials. *Brit. Dent. J.* 93-96, 1976.
17. Pereira, J.C. and Stanley, H.R: Pulp capping: Influence of the exposure site on pulp healing-histologic and radiographic study in dog's pulp. *J. Endo.* 7: 213-223, 1981.
19. Pitt Ford, T.R: Pulp response to procal for capping exposures in dog's teeth. *J. Brit. Endo. Soc.* 12(2) 67-72, 1979.
19. Plant, C.G: Lining materials with special reference to DROPSIN. A comparative study. *Brit. Dent. J.* 486-491, 1970.
20. Rowe, A.H.R: Reaction of the rat molar pulp to various materials. *Brit. Dent. J.* 291-300, 1967.
21. Schröder, U: Effect of an extra-pulpal blood clot on healing following experi-

- mental pulpotomy and capping with calcium hydroxide. *Odont. Revy* 24 257-268, 1973.
22. Schröder, U. and Granath, L: On internal resorption in deciduous molars treated by pulpotomy and capped with calcium hydroxide. *Odont. Revy.* 24 179-188.
23. Schröder, A: The problem of direct pulping. *J. Brit. Endo. Soc.* Winter, 1972.
24. Sveen, O.D: Pulp capping of primary teeth with zinc oxide eugenol. *Odont. Tidsk.* 88: 427-436, 1969.
25. 崔盛根: 齒髓裏裝劑의 組織反應에 對한 自記放射法的研究. *齒科研究*, Vol. 8, No. 2, 1980.

HISTOPATHOLOGICAL EVALUATION OF PULP CAPPING AGENTS ON RATS MOLARS

Gil Tae Kim

Graduate School, Yonsei University School of Dentistry

(Directed by Chung Suck Lee, D.D.S.Ph.D., and Sung Keun Choi, D.D.S. Ph.D.)

The purpose of this investigation was to study histopathological chronology and differences of the proprietary pulpcapping agents.

One hundred eighty molars from thirty rats (Sprague-Dawley species), weighing about 130gm, were divided into six groups. Cavities were prepared in their maxillary molars under intraperitoneal anesthesia with Secobarbital.

The cavities in the right first and second molars were filled with Dycal[®] and the left ones were with Cavitec[®]. Each group of rats were sacrificed at the intervals of 1, 3, 5, 7, 14 and 21 days following operation.

The rats were decapitated, and the jaws were fixed in 10% neutral buffered formalin. Then the specimens were decalcified, embedded in paraffin or celloid, and sectioned at 6-8 μ in thickness through the cavities included and pulp mesiodistally. They were stained with Hematoxylin-Eosin and examined by lightmicroscope.

The results were as follow:

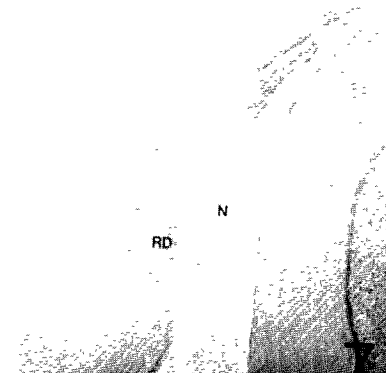
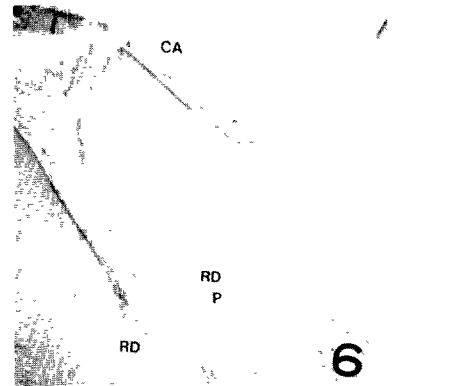
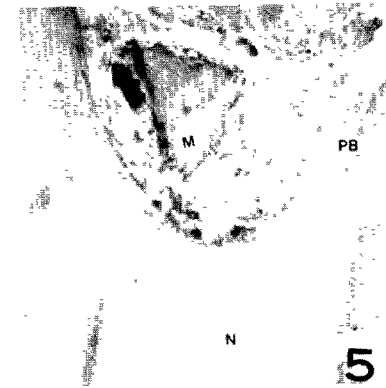
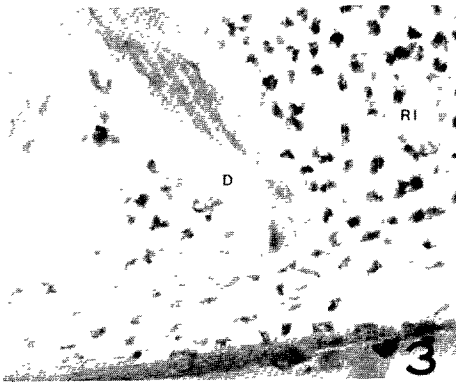
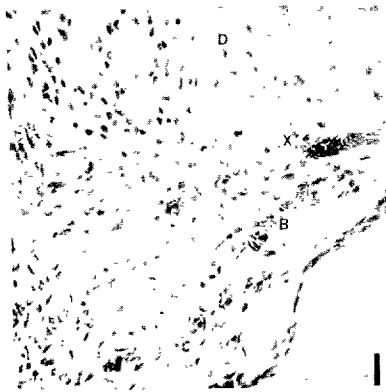
1. The pattern of pulp healing was dependent upon the presence and character of the pulpcapping agents above.
2. Dentin bridge formation as a sign of pulp healing occurred in the 14 days after operation.
3. Dycal[®] preparation appeared to favor pulp healing rather than Cavitec[®] preparation.
4. In the odontoblastic layer and pulp tissue specific vacuoles were showed at the 3,5 and 7 days of the Dycal filling.

- Fig. 1. Photomicrograph showing the pulp reaction to cavitec after one day of pulp capping (H-E stain, X400). Note the degenerated pulpal area(D) and this reaction is more advanced in the coronal portion near the cavity. B: blood vessels at the cervical area.
- Fig. 2. Photomicrograph showing characteristic pulpal responses to cavitec[®] after 3 days (H-E stain, X100). D: degenerated homogeneous pulp tissue. N: normal pulp far from the cavity.
- Fig. 3. Photomicrograph showing dentin chip(D) and round cell infiltration(RI) on the pulp exposure site after 3 days of the cavitec filling.
- Fig. 4. Photomicrograph showing the appearing of the odontoblast cells and young fibroblast cells at the exposed scite after 5 days of cavitec[®] filling (H-E stain, X400), B, characteristic blood vessel near the odontoblastic layer.
- Fig. 5. Photomicrograph showing the infected pulp by some unknown causes in the 7th. day group of the cavitec[®] filling (H-E stain, X400). M: the filled drug. N: necrotized pulp tissue. PB: protective fibrous barrier.
- Fig. 6. Characteristic reparative dentin formation but incomplete dentin bridge construction after 14 days of the cavitec[®] filling (H-E stain, X100). Ca, cavity. Re, reparative dentin. P, predentin.
- Fig. 7. Photomicrograph showing the necrotized pulp tissue on the way of healing in 21st. day group of the cavitec[®] filling (H-E stain, X100). N, necrotized pulp tissue. RD, reparative dentin near the cervical portion.
- Fig. 8. Photomicrograph showing the increased blood vessels but nearly normal pulp tissue after one day of the Dycal[®] filling (H-E stain, X400) B, increased blood vessels. O, partially detached and destroyed odontoblastic layer.
- Fig. 9. Photomicrograph showing the many vacuoles in the odontoblastic layer and pulpal tissue after 3 days of the Dycal[®] filling (H-E stain, X100). V, Vacuoles. O, destroyed odontoblast cell and thickened predentin.
- Fig. 10. Vacuoles in the odontoblastic layer lined with plasmocytes and macrophages (H-E stain, X100). V, vacuole.
- Fig. 11. Photomicrograph showing the coagulated necrosis connected with the material after 5 days of the Dycal[®] filling (H-E stain, X400). M, filled Dycal[®] mass. CO, coagulated, necrotized pulp tissue and inflammatory cell infiltration. NP, normal pulp.
- Fig. 12. Photomicrograph showing the characteristic appearance of eosinophiles in the cervical pulp tissue after 7 days of the Dycal[®] filling (H-E stain, X400). P, thickened predentin. O, re-formed and rearranged odontoblastic layer and the adjacent blood vessel. EO, eosinophiles.

Fig. 13. Photomicrograph showing the nearly completed dentin bridge of the exposed site after 14 days of the Dycal[®] filling (H-E stain, X100). CA, cavity. DB, dentin bridge containing the entrapped blood vessels and some calcifying cells.

Fig. 14. Photomicrograph showing the well completed dentin bridge in the pulp-capped area after 21 days of the Dycal[®] filling (H-E stain, X100). M. filled material. DB, dentin bridge. NP, normal pulp and well arranged odontoblastic layer.

논문 사진부도 ①



논문 사진부도 ②

