

카복실레이트 세멘트가 齒髓組織에 미치는 影響에 關한 實驗的 研究

서울대학교 大學院 齒醫學科 保存學 專攻
(指導 金 英 海 教授)

曹 圭 澄

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF POLYCARBOXYLATE CEMENT TO THE DENTAL PULP

Kyou Zeung Cho, D.D.S., M.S.D.

Dept. of Operative Dentistry, Graduate School, Seoul National University.

(Directed by Prof. Yung Hae Kim, D.D.S., Ph.D.)

.....> Abstract <.....

The author has studied histopathologically the effect of polycarboxylate cement, one of the newest dental cement systems, on the dental pulp of the exposed dentin of dogs' teeth as time elapsed. Class V cavities, total 50 from 5 dogs were prepared on upper and lower teeth, and 20 teeth were filled with polycarboxylate cement, 15 teeth were filled with zinc oxide eugenol cement and 15 teeth were filled with zinc phosphate cement.

The animals were sacrificed 1, 3, 5, 7, 10 days interval after experiments and the teeth were examined microscopically.

The pulp response against these materials were as follows.

- 1) Pulp tissue of the teeth filled with polycarboxylate cement showed moderate inflammatory changes such as thinner odontoblastic layer, vacuolizations in the odontoblastic layer, dilatated and congested blood vessels, and severe inflammatory cell infiltrations beneath the odontoblastic layer at the earlier stage (1 and 3 day) after experiment.
- 2) The interdontoblastic vacuolizations, dilatated blood vessels, distorted odontoblasts, inflammatory cell infiltrations, and reticular atrophy in the pulp tissue of the teeth applied with polycarboxylate cement or zinc oxide eugenol cement seemed to be decreased according to the time elapsed and at 10 days there was little evidence of residual inflammations.

* 本 論文의 要旨은 1974年 5月 4日 1974年度 第3回 大韓齒科保存學會에서 發表하였음.

3) Pulp tissue beneath the zinc phosphate cement fillings revealed the vacuolization of odontoblastic layer followed by reticular atrophy and the moderate inflammations even at 10 days after the operation.

第一章 緒 論

齒科用 세멘트는 臨床補綴 乃至 充填物の 接着, 窩洞 裏裝材, 一時充填材等 齒科臨床에서 가장 널리 쓰이고 있는 材料이며, 그 中에서도 磷酸亞鉛세멘트와 亞鉛華 丁香油 세멘트가 主로 使用되어져 왔으나 最近에 이르러서는 組織과의 生物學的 性質 및 齒質과의 粘着性을 改良한 카복실레이트 세멘트(polycarboxylate cement)가 Smith¹⁾에 依해서 開發되었다.

이 카복실레이트 세멘트는 酸化막네슘을 加한 酸化亞鉛華類 粉末과 polycarboxylic 酸을 主成分으로 한 水溶液으로 組成되어 있으며 그 反應產物은 補綴物과 齒質의 接着力에 있어 매우 優秀함과 同時에 單純한 窩洞 및 深部窩洞基底에도 適用될 수 있다는 많은 臨床報告가 나오고 있다.

Mizrahi와 Smith²⁾³⁾, Mortimer와 Tranter⁴⁾, Smith⁵⁾⁶⁾ 등은 카복실레이트 세멘트가 齒牙構造, 特히 琺瑯質에 對해서 粘着性이 優秀함을 報告하였고, Williams⁷⁾, Williams와 Smith,⁸⁾ Mizrahi와 Smith⁹⁾ 등은 Stainless steel 試片을, 혹은 矯正裝置用 Bracket을 齒質에 接着하는 方法으로 琺瑯質과 polycarboxylate cement의 粘着性을 實驗하였으며, Phillips 등¹⁰⁾은 카복실레이트 세멘트의 強度, 溶解度 등이 磷酸亞鉛 세멘트와 비슷하나 引張強度는 더 크다고 하였으며, Grieve¹¹⁾, Richter et al.¹²⁾, Moffa et al.¹³⁾ 등은 카복실레이트 세멘트가 磷酸亞鉛 세멘트와 비슷한 接着強度를 갖고 있음을 報告하였다.

이와 같이 카복실레이트 세멘트의 物理的性質에 關한 많은 研究外에 特히 生物學的 影響과 齒髓에 미치는 效果에 對해서도 여러 學者들에 依하여 追究되고 있는바, Friend¹⁴⁾ 및 Truelove等¹⁵⁾은 카복실레이트 세멘트가 初期酸性에도 不拘하고 齒髓刺戟은 輕微하거나 亞鉛華 丁香油 세멘트보다 良好하다고 報告하고 있다.

이 밖에 Klötzer et al.¹⁶⁾, Klötzer and Others¹⁷⁾, Cohen¹⁸⁾, Langeland¹⁹⁾ 및 Plant²⁰⁾ 등의 카복실레이트 세멘트에 對한 齒髓反應의 研究들의 大部分이 거의 臨床의 所見이어서 著者は 카복실레이트 세멘트가 生活齒髓에 미치는 影響을 檢索할 目的에서 實驗的으로 成犬의 齒牙에다 窩洞을 形成하고 直接 充填을 施術한 후 齒髓에 反

應된 所見을 檢鏡한 바 있어 이를 報告하는 바이다.

第二章 實驗材料 및 方法

實驗材料: 體重 13kg 內외의 健康한 家犬 5頭의 上下 顎齒牙 50個를 象牙質에 이르는 5級窩洞을 形成하여 實驗對象으로 하였고, 其中 20個의 齒牙는 實驗群으로, 15個의 齒牙는 亞鉛華丁香油 세멘트 對照群, 15個 齒牙는 磷酸亞鉛 세멘트 對照群으로 나누어 使用하였다.

象牙質에 窩洞을 形成한 實驗群의 粘布藥劑로는 Shofu 製 카-보 세멘트(polycarboxylate cement)가 使用되었고, 對照群에서는 亞鉛華丁香油 세멘트와 磷酸亞鉛 세멘트가 充填에 使用되었다.

實驗方法: 10% Sodium pentobarbital 溶液을 體重 25mg/kg의 靜脈注射로 實驗犬을 全身麻酔하고 1分間에 8,000回轉하는 齒科用 엔진을 使用하여, 實驗對象齒牙를 象牙琺瑯境界下 約 0.5mm의 깊이로 齒髓露出없이 多少 깊은 通常의 5級窩洞을 形成하였다. 形成된 窩洞은 蒸溜水로 깨끗이 洗滌하고 消毒된 솜으로 窩洞內를 닦아낸 後 各 窩洞에 카복실레이트 세멘트, 亞鉛華丁香油 세멘트, 磷酸亞鉛 세멘트를 各各 充填施術하였다.

實驗動物은 1, 3, 5, 7, 10日의 間隔으로 犧牲시키고 實驗齒牙는 10% Formalin溶液에 一週日間 固定시킨 後 5% 窒酸으로 脫灰하여 Celloidin包埋를 施行하고, 15-20 μ 切片을 만들어 H-E 重染色 後 檢鏡하였다.

第三章 實驗成績

著者は 實驗動物의 齒牙에서 齒髓의 病理組織學的 檢鏡을 通하여 主로 窩洞底直下部の 象牙基質層과 造象牙細胞層 및 그 下部の 齒髓組織像等을 觀察하였다.

1) 1日 經過例

(1) 亞鉛華丁香油 세멘트 對照群: 象牙基質層은 거의 正常이나 造象牙細胞層에서 比較的 甚한 小空胞形成과 擴張 및 鬱血된 毛細血管들을 볼 수 있으며 造象牙細胞層 直下部的 齒髓組織에서는 中等度의 炎症性細胞 浸潤이 觀察되었다.

(2) 磷酸亞鉛 세멘트 對照群: 象牙基質層의 厚徑이 亞鉛華丁香油 세멘트의 境遇보다 若干 肥厚되어 있고 造象牙細胞層에서 造象牙細胞間 小空胞 形成이 매우 甚

하고 鬱血된 毛細血管들을 보여 주며 造象牙細胞의 排列은 甚히 不規則하다. 그 下部의 齒髓組織에서 高度의 炎症性 細胞 浸潤과 血管의 擴張 鬱血象을 보여주고 있다.

(3) 카복실레이트 세멘트 實驗群: 象牙基質層의 厚徑이 多少 不規則하고 造象牙細胞層에서 局所의으로 細胞의 排列不整과 中等度의 造象牙細胞間 小空胞形成 및 造象牙細胞層內로 擴張된 毛細血管의 浸透像을 볼 수 있으며 造象牙細胞層의 下部에서 炎症性細胞의 浸潤이 甚하고 深部組織의 血管은 高度로 擴張 鬱血되어 있다.

II) 3日 經過例

(1) 亞鉛華丁香油 세멘트 對照群: 象牙基質層의 厚徑이 多少 減少되어 있고 造象牙細胞層에서 中等度의 小空胞形成과 造象牙細胞들의 排列不整 및 擴張된 毛細血管의 頻繁한 浸透像等을 볼 수 있고 造象牙細胞層 下部의 齒髓組織에서 多量의 炎症性細胞 浸潤像이 觀察되었다.

(2) 磷酸亞鉛 세멘트 對照群: 象牙基質層의 厚徑이 매우 不規則하면서 大體로 減少되어 있고 造象牙細胞層內에서 甚한 小空胞形成과 擴張된 毛細血管의 發現을 볼 수 있으며, 炎症性細胞의 浸潤이 造象牙細胞層 直下部에서 顯著하게 密集되어 나타났다.

(3) 카복실레이트 세멘트 實驗群: 象牙基質層의 厚徑이 若干 肥厚한 反面 造象牙細胞層의 厚徑은 多少 減少되어 있고 造象牙細胞層에서 小空胞形成, 造象牙細胞들의 排列不整 및 擴張 鬱血된 毛細血管의 停滯像等을 보여 주며, 造象牙細胞層 下部에서 多數의 炎症性細胞 浸潤과 輕微하게 浮腫性變化와 網狀萎縮像이 觀察되었다.

III) 5日 經過例

(1) 亞鉛華丁香油 세멘트 對照群: 象牙基質層의 厚徑이 多少 減少되어 있고 初期 石灰化現像을 보여 주며, 造象牙細胞層도 若干 減少되어 있고, 輕度의 小空胞形成과 造象牙細胞들의 輕한 排列不整 및 毛細血管의 浸透像을 나타내며, 造象牙細胞層의 下部에서 輕度의 炎症性細胞 浸潤과 微弱한 網狀萎縮像을 보여주고 있다.

(2) 磷酸亞鉛 세멘트 對照群: 象牙基質層의 厚徑이 減少되어 있고, 造象牙細胞層도 多少 萎縮되어 있으며, 細胞의 排列이 不規則하고 造象牙細胞層 그 下部의 齒髓組織에서 炎症性細胞가 局所의으로 散在하며, 浮腫性變化와 網狀萎縮의 狀態가 뚜렷하게 나타나 있고, 深部組織에서 血管의 擴張 鬱血象을 볼 수 있다.

(3) 카복실레이트 세멘트 實驗群: 象牙基質層은 石灰化로 因하여 厚徑이 減少되어 있고 造象牙細胞層에서 輕度의 小空胞形成과 가끔 毛細血管의 出現을 볼 수 있으며, 部分的으로 造象牙細胞가 象牙質 쪽으로 偏在되어 있는 像을 보여준다.

造象牙細胞層 下部에서 輕微한 炎症性細胞 浸潤과 뚜렷

한 網狀萎縮像이 觀察되었다.

IV) 7日 經過例

(1) 亞鉛華丁香油 세멘트 對照群: 象牙基質層의 厚徑은 거의 正常에 가깝고 造象牙細胞層의 小空胞가 象牙基質層쪽으로 隣接하여 輕微하게 나타나며 造象牙細胞層 下部의 齒髓組織에서 部分的으로 輕微한 炎症性細胞 浸潤과 網狀萎縮像을 보여주고 있다.

(2) 磷酸亞鉛 세멘트 對照群: 窩洞象牙質에 沿한 象牙基質層은 影響받지 않았던 部位보다 石灰化가 顯著하며 造象牙細胞層의 厚徑은 多少 減少되어 있고 造象牙細胞層內에서 造象牙細胞間 小空胞形成은 가끔 나타나며, 毛細血管은 比較的 頻繁하게 出現한다. 造象牙細胞層 下部의 齒髓組織에서 少數의 炎症性細胞와 뚜렷한 浮腫性變化 및 網狀萎縮像을 볼 수 있다.

(3) 카복실레이트 세멘트 實驗群: 象牙基質層의 厚徑은 正常에 가까우며, 造象牙細胞層의 細胞排列은 比較的 規則적이고 微弱한 造象牙細胞間 小空胞가 드물게 나타나며 造象牙細胞層內에서 毛細血管의 出現은 顯著히 減少되어 있다.

造象牙細胞層 下部의 齒髓組織에서 微量의 炎症性細胞와 輕한 網狀萎縮狀을 보여 주며, 深部組織의 血管은 거의 安定된 所見이었다.

V) 10日 經過例

(1) 亞鉛華丁香油 세멘트 對照群: 象牙基質層의 厚徑은 거의 正常的이며 窩洞象牙質에 沿하여 石灰化形成이 뚜렷하다.

造象牙細胞層에서 小空胞形成과 毛細血管의 浸透像은 매우 輕微하며 그 下部의 齒髓組織에서 微弱한 網狀萎縮像이 存在하고 齒髓組織은 거의 正常狀態로 恢復되어 지는 見解로 觀察되었다.

(2) 磷酸亞鉛 세멘트 對照群: 象牙基質層의 厚徑은 거의 正常이나 造象牙細胞層의 厚徑은 多少 減少되어 있고, 造象牙細胞層에서 輕微한 造象牙細胞間 小空胞形成과 毛細血管의 發現을 가끔 볼 수 있으며 造象牙細胞層 下部에서 炎症性細胞의 浸潤이 顯著하게 減少되어 지는 傾向이 있었으나 部分的으로 殘存해 있다.

(3) 카복실레이트 세멘트 實驗群: 象牙基質層 및 造象牙細胞層의 厚徑이 거의 正常에 가깝고, 造象牙細胞層에서 가끔 毛細血管의 出現이 나타나지만 造象牙細胞間 小空胞의 形成은 微弱하고 細胞排列은 比較的 規則적이다.

造象牙細胞層 下部의 齒髓組織에서 炎症性細胞는 稀貴하며 가끔 網狀萎縮과 浮腫性變化를 微弱하게 보여주고 있으나 齒髓組織은 거의 正常狀態에 가까운 所見이었다.

第四章 總括 및 考按

Smith¹⁾가 개·원숭이·人間的 齒牙에다 窩洞形成後 카복실레이트 세멘트를 充填하여 齒髓의 初期反應과 3年後의 反應을 臨床과 組織學的으로 觀察한 바 齒髓刺戟症狀이 거의 없었다고 한다.

Plant²⁰⁾의 實驗에서 카복실레이트 세멘트로 充填된 齒牙의 短期的인 齒髓變化는 亞鉛華丁香油 세멘트의 充填 齒牙例보다 顯著했지만 7日以上 經過時에는 齒髓에 미치는 效果가 亞鉛華丁香油 세멘트例와 비슷하거나 良好하다고 하였으며, Truelove等¹⁵⁾은 원숭이의 永久齒 8個 齒牙에 5級窩洞을 形成한 後 카복실레이트 세멘트로 修復하고 組織學的인 檢査를 하였던 바, 實驗後 2日에서 輕微한 炎症 反應이 있었고, 32日에는 炎症反應의 證據가 거의 없었다고 報告하고 있다.

이와 같은 見解와 本 實驗의 結果에서 미루어 考按하면, 카복실레이트 세멘트로 充填施術을 했을 時 齒髓 組織은 初期損傷으로부터 恢復이 他 充填材보다 比較的 良好하며, 또한 初期炎症 其他 變化가 一時的 現象으로서 結局 카복실레이트 세멘트는 健康한 齒髓에 對하여 永久的 損傷을 惹起시키지 않는다는 見解를 推定할 수 있겠다.

Smith^{21), 22)}는 원숭이의 拔齒窩內에서 카복실레이트 세멘트가 아무런 異物作用이 없었을 뿐더러 Periodontal pack으로도 使用할 수 있다고 하였으며, Truelove等¹⁵⁾은 齒髓가 露出되어 카복실레이트 세멘트가 直接 生存 齒髓에 接하여도 反應은 輕微함을 보여주었고 Smith²¹⁾는 亞鉛華丁香油 세멘트 代身에 카복실레이트 세멘트를 使用하여 根管 充填을 하였던 바 結果는 좋으며 根尖에 逸出한 세멘트에 對하여도 周圍組織은 特別한 炎症反應을 일으키지 않았음을 報告하고 있으나, 象牙質을 伸介하지 않은 直接覆髓에 對해서는 아직 報告된 바가 없는 것 같다.

充填材料가 齒髓變化를 일으키는 原因으로는 充填材 自體에 依한 化學的刺戟과 窩洞形成時에 加해지는 機械的刺戟 또는 溫度的 刺戟等을 列擧하고 있으나 本 實驗의 所見에서 보건데 磷酸亞鉛 세멘트를 加한 窩洞의 齒髓反應이 가장 甚한데 이것은 混合物의 酸度 때문인 것이라 본다.

Swart²³⁾는 세멘트液에 ³²P를 넣어 酸이 象牙質을 Imm以下까지 浸透하는 것을 觀察하였고, Grossman²⁴⁾은 pH 5.0以下の 酸度가 齒髓損傷을 惹起시킬 수 있다고 하였으며, Norman等²⁵⁾에 依하면 混合한 磷酸亞鉛 세멘트의 初期 pH는 3.3이고 1時間後에는

4.2였으며 反面 Polycarboxylate液은 pH가 1.5인 强酸性이지만, 組織에 刺戟이 거의 없을 程度로 化學的인 刺戟으로 因한 組織反應이 良好하다는 것이 臨床的으로 밝혀지고 있다. 카복실레이트 세멘트와 磷酸亞鉛 세멘트의 pH值가 비슷하게 낮음에도 不拘하고 齒髓反應에 差異가 생기는 것을 說明하기는 어려우나 現在 카복실레이트 세멘트가 組織에 刺戟이 낮은 것은 세멘트가 硬化될 때 pH는 6~7로 急히 上昇되어 가장 損傷이 큰 pH 4 以下の 期間이 짧아지며 Polycarboxylic 酸의 分子가 크고 蛋白質과 復合되는 傾向이 있어 齒細管을 通하여 擴散하는데 制限을 받기 때문이라는²⁶⁾ 所見을 引用할 수 있으며 一般的으로 酸에 依한 齒髓刺戟은 pH와 關係되어 酸의 含量이나 酸으로 因한 象牙質管의 脫水에도 基因될 것이라 思料된다.

本 實驗에 利用된 充填材의 化學的刺戟과 窩洞形成時에 加해진 機械的 또는 溫度的刺戟에 關聯된 이 方面의 繼續的인 追究은 生物學的인 意義가 크다고 보며, 또한 長期間에 이르는 카복실레이트 세멘트의 效果 및 新生象牙質의 形成等을 包含하여 이 새로운 세멘트系의 齒髓에 對한 生物學的 效果에 關한 더 많은 研究가 必要하다고 思料된다.

第五章 結 論

著者는 體重 約 13kg 內외의 健康한 家犬 5頭의 上下顎齒牙 50個를 對象으로 通常 第5級窩洞을 形成하고 實驗群에는 카복실레이트 세멘트, 對照群에는 亞鉛華丁香油세멘트 및 磷酸亞鉛 세멘트를 直接 充填施術하여 時日 經過에 따른 齒髓의 病理組織學的 變化를 比較 觀察한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 카복실레이트 세멘트 充填施術例의 齒髓組織에서는 1~3日 經過時 造象牙細胞層의 厚徑減少, 造象牙細胞間 小空胞形成, 造象牙細胞의 排列不整과 甚한 炎症性細胞 浸潤, 血管의 擴張 및 鬱血像 等の 變化를 보았다.

2) 카복실레이트 세멘트 및 亞鉛華丁香油 세멘트의 充填施術例에서 造象牙細胞間 小空胞形成, 血管의 擴張 變化, 造象牙細胞의 不規則排列, 炎症性細胞의 浸潤 및 網狀萎縮等의 齒髓反應이 時日 經過에 따라 減少되어 나타나며, 10日 經過例에서는 거의 正常狀態에 가까웠다.

3) 對照群에서 亞鉛華丁香油 세멘트 施術例는 實驗群과 비슷한 所見이었고, 磷酸亞鉛세멘트 施術例는 時日 經過에 따라 炎症緩和가 크지 않았으며 10日 經過例에서도 殘存炎症像이 觀察되었다.

(本 研究를 指導 校閱하여 주신 金洙哲 및 金英海 教授님께 深甚한 謝意를 表하며 始終 助言을 배풀어 주신 李鳴鍾 教授님과 保存學教室員 여러분께 깊은 感謝를 드립니다).

References

- 1) Smith, D.C.; A new dental cement. *Brit Dent. J.*, 125 : 381, Nov. 5, 1968.
- 2) Mizrahi, E., and Smith, D.C.; Direct Cementation of orthodontic brackets to dental enamel. *Brit. D. J.*, 127 : 371, Oct. 21, 1969.
- 3) Mizrahi, E. and Smith, D.C.; The bond strength of a zinc polycarboxylate cement. *Brit. Dent. J.*, 127 : 410, 1969.
- 4) Mortimer, K.V., and Tranter, T.C.; A preliminary laboratory evaluation of polycarboxylate cements. *Brit. Dent. J.*, 127 : 365, 1969.
- 5) Smith, D.C.; Dental cements. *D. Clin. N. Amer.*, 15 : 3-31, Jan. 1971.
- 6) Smith, D.C.; A review of the zinc polycarboxylate cements. *J. Canad. Dent. Ass.*, 37 : 22-29, 1971.
- 7) Williams, P.W.; Studies on the diametral compression test as applied to dental restorative materials and of their adhesion to enamel and dentin. m. Sc. Thesis; University of Manchester, 1967.
- 8) Williams, P.W., and Smith, D.C.; Method of measuring the adhesion of restorative materials to enamel and dentin. *J. Dent. Res.*, 46 : 1275, 1967.
- 9) Mizrahi, E., and Smith, D.C; Direct attachment of orthodontic brackets to dental enamel. A preliminary clinical report. To be published
- 10) Phillips, R.W., Swartz, M.L., and Rhodes, B.F.; An evaluation of a carboxylate adhesive cement. *J.A.D.A.*, 81 : 1353, 1970.
- 11) Grieve, A.R.; A study of dental cements. *Brit. Dent. J.*, 127 : 405, Nov. 4, 1969.
- 12) Richter, W.A., Brown, D.J. and Mitchem, J.C.; Predictability of the retentive value of dental cements. *J. Prosth. Dent.*, 24 : 198, 1970.
- 13) Moffa, J.P., Jenkins, W.A., and Rozzano, M.R.; An evaluation of zinc-oxide and enge-nol cements. Paper No. 669, 48th General Meeting of I.A.D.R., New York, 1970.
- 14) Friend, L.A.; Handling properties of a zinc polycarboxylate cement. *Brit. Dent. J.*, 127 : 359, 1969.
- 15) Truelove, F.L., Mitchel, D.F., and Phillips, R.W.; Biologic evaluation of a carboxylate cement. *J. Dent. Res.*, 50 : 166, Jan-Feb. 1971.
- 16) Klötzer, W.T., Dowden, W.E., and Langeland K; Paper No. 795, 48th General Meeting, I.A.D.R., New York, 1970.
- 17) Klötzer, W.T., and Others.; Polycarboxylat Zemente im physikalischen und biologischen Test, *Deutch Zahnarztl. Z.*, 25 : 877, Sept. 1970.
- 18) Cohen, B.; *Brit. dent. J.*, 125 : 433, 1968.
- 19) Langeland, L.K., Walton, R.E., Rodrigues, H.H., Dowden, W.E., and Langeland, K.; Pulp response to combination polycarboxylate and composite resins. To be published.
- 20) Plant, C.G.; The effect of polycarboxylate cement on the dental pulp. *Brit. dent. J.*, 129 : 424, 1970.
- 21) Smith, D.C.; Biological properties of dental materials. *Dent. Pract.*, 20 : 81, 1969.
- 22) Smith, D.C.; A materialistic look at periodontal packs. *Dent. Pract.*, 20 : 263, 1970.
- 23) Swart, M.L.; In vivo studies on the penetration of dentin by constituents of silicate cement. *J. Amer. Dent. Ass.*, 75 : 573, 1968.
- 24) Grossman, L.I.; *Endodontic Practice*, p.44, 6th ed., Lea-Febiger, 1965.
- 25) Norman, R.D., et al.; Direct PH determination of setting cements. *J. Dent. Res.*, 45 : 1214, 1966.
- 26) 金哲偉; 齒科用 세멘트의 最近研究. *J.K.D.M.*, Vol.5, No.1 : 14, 1971.

—EXPLANATION OF FIGURES—

Fig. 1. Photomicrograph of the pulp tissue under polycarboxylate cement at 1 day after experiment.
($\times 100$)

Vacuolization in odontoblastic layer and invagination of capillaries into the odontoblastic layer.

Stasis of the blood vessels in the deeper pulp tissue.

Fig. 2. Photomicrograph of the pulp tissue under polycarboxylate cement at 3 day after experiment.
($\times 400$)

Stasis of the capillary in the odontoblastic layer and severe inflammatory cell infiltrations beneath the odontoblastic layer.

Fig. 3. Photomicrograph of the pulp tissue under zinc phosphate cement at 3 day after experiment.
($\times 400$)

Distorted odontoblasts and massive inflammatory cell infiltrations.

Fig. 4. Photomicrograph of the pulp tissue under polycarboxylate cement at 5 day after experiment.
($\times 400$)

Nuclei of odontoblastic displacement into predentin.

Fig. 5. Photomicrograph of the pulp tissue under zinc oxide eugenol cement at 5 day after experiment.
($\times 100$)

Initial calcification of predentin, capillary invagination into the odontoblastic layer and reticular figure beneath the odontoblastic layer.

Fig. 6. Photomicrograph of the pulp tissue under polycarboxylate cement at 10 day after experiment.
($\times 100$)

Palisaded odontoblastic arrangement and partly calcification of predentin.