

複合레진과 細菌이 齒髓反應에 미치는 影響에 關한 實驗的 研究

서울대학교 齒科大學 齒科保存學教室

趙成植·金英海

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF COMPOSITE RESIN AND BACTERIA TO PULP RESPONSE

Sung-Sik Cho, D.D.S., M.S.D., Yung-Hai Kim, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

Department of Operative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University.

— Abstract —

An investigation was carried out to compare the pulp responses against a few type of composite and streptococcus mutans contamination under the zinc oxide eugenol cement, and also confirmed pulpal responses of various composites with or without base. Seventy eight teeth from 6 dogs were employed and divided into 6 groups.

Class V cavities were prepared on each tooth routinely with low speed dental engine. Paper disc about 0.3mm thick was immersed in the BHI broth in which streptococcus mutans had been enriched and the disc was inserted on the cavity floor prior to filling. Scotch bond pulsilux as Bis-GMA system composite resin and Heliomolar as urethane system composite resin were adopted.

Control group: Zinc-Oxide Eugenol cement filling

Experimental groups:

Group 1. Scotch bond + Silux filling with Dycal base

Group 2. Heliomolar filling with Dycal base

Group 3. Scotch bond + Silux filling without base

Group 4. Heliomolar filling without base

Group 5. Streptococcus mutans application.

All cavities were sealed with thick ZOE cement to avoid marginal leakage. Postoperative

intervals of 1, 2, 3, 4, 5 and 6 weeks teeth were carefully extracted, processed and stained with Hematoxylin and Eosin.

The results were as follows:

1. *S. mutans* application group and composites without any base showed more severe pupal response than control group and dyca. based groups.
2. The experimental group of *S. mutans* application showed severe response in the early stage compared to the two groups of composite resin without base, but no significant difference was found following periods.
3. The difference of pulpal response is not significant between Bis-GMA system and urethane sytem.
4. *Streptococcus mutans* application group and composites without base groups showed the evidence of histologic recovery at the six week cases and the large amount of reparative dentin was the prominent feature.
5. Pulp responses against every material were inclined to normal according to the time elapsed.

一 目 次 -

- I. 緒 論
 - II. 實驗材料 및 方法
 - III. 實驗成績
 - IV. 總括 및 考按
 - V. 結 論
- 參考文獻
英文抄錄
寫眞附圖說明
寫眞附圖

I. 緒 論

近來에 複合레진은 審美性이 優秀하여 前齒用 充填材로 가장 많이 使用되고 있다. 이 材料의 物理的 性質 및 施術方法의 發展과⁵⁾, 아말감 成分中 水銀의 術者 및 患者에의 毒性 室內汚染 및 下水內 汚染等 公害問題와 關聯되어 漸次 레진의 使用範圍 및 頻度가 增加하여 前臼齒를 網羅한 充填材로 널리 使用되는 傾向이다.^{16,63,64)}

그러나 아직까지 複合레진의 使用에는 몇 가지 問題點을 內包하고 있는 바, 齒質과의 接着性 不良과 重合에 依한 邊緣漏出, 레진構成成分 自體의 刺戟性

과 反應過程中的 齒髓에 對한 化學的 刺戟等으로 因하여 複合레진 充填後 齒髓危害性的 問題가 恒常 提起되고 있으며 齒髓反應도 時間이 經過함에 따라 刺戟性이 減少되는 境遇부터 齒髓壞死나 齒根端 部位에 病巢를 惹起하는 等 多樣한 症例가 發表되고 있다.^{14,15,3,22,26,66)}

複合레진의 毒性에 關해서는 齒髓反應의 組織學 籍 檢討를 通하여 많은 報告가 있었고, 代表的으로 是 材料自體의 化學的 毒性이 象牙細管內의 造象牙 細胞突起를 刺戟함으로써 그 破壞物이 象牙細管內에 浸透하여 齒髓內 炎症을 誘發한다는 主張과 重合 收縮으로 因한 邊緣漏出로 侵入된 細菌이 齒髓에 病變을 惹起한다는 主張이 있다.

充填이 必要한 齒牙는 여러 原因中の 하나로 象牙質이 露出되어 있고 治療를 받기까지 各種의 外來刺戟을 받았을것으로 思料되며 充填을 위해서는 窩洞形成時 齶蝕部位의 除去와 함께 周圍 健康한 齒質도 일부 削除함이 不可避하게 된다. 이 窩洞形成으로 因한 齒質, 特히 象牙質에 對한 切削過程도 齒髓에 적지않은 損傷을 주게 된다고 思料되는바 이제까지 齒科用 修複材料의 齒髓에의 適合性을 評價하기 위하여 여러가지 試圖가 있었으나 여러 要因에 의해 材料의 刺戟性和 窩洞形成시의 損傷, 邊緣漏出에 의한 細菌의 影響과의 區別은 아직 잘 밝혀져 있지 않다.^{56,57)}

이에 著者は 複合레진에 對한 齒髓反應이 材料自體의 毒性때문이라는 主張과, 또 細菌에 依한 結果라는 主張을 同一한 實驗條件下에서 比較觀察하여 多少의 知見을 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

本 實驗에서는 體重 12~15kg의 健康한 成犬 6頭를 實驗對象으로 하여 非 barbiturate系의 全身麻酔劑인 Ketalar(Ketamine hydrochloride, Parke-Davis Co)를 體重 kg당 初回 5~10mg을 筋肉注射하여 全身麻酔시켰고 必要에 따라 初回 投與量의 同量 또는 그 以下의 量을 追加投與하였다. 6頭에서 總 78個의 健康한 永久齒를 選擇하여 齒牙頰面의 齒齦直上方에 #35bur로 약 2000rpm으로 五級窩洞을 形成하였다. 窩洞의 깊이는 齒髓를 露出시키지 않을 程度로 齒髓에 近接하도록 形成하였다. 施術도중 無菌의 狀態를 維持하고 細菌汚染을 防止하기 위하여 實驗對象齒에 러버댐을 裝着하고 滅菌된 器具를 使用하였으며 窩洞形成途中 滅菌된 生理食鹽水로 注水冷却하며 施術하였고 窩洞形成 完了後 過酸化水素와 alcohol로 消毒하고 乾燥하였다.

實驗材料로 細菌에 의한 反應을 觀察하기 위하여는 Streptococcus mutans(JC-2, serotype C)를 使用하였고 複合레진으로는 Bis-GMA系 基質의 Silux와 urethane系의 Heliomolar를 使用하였다.

實驗은 다음과 같이 六群으로 區分하여 施行하였다.

對照群 : Zinc-Oxide Eugenol cement 充填群

實驗群

第一群 : 窩低에 Dycal 裏裝을 하고 Scotch bond+Silux 充填群

第二群 : 窩低에 Dycal 裏裝을 하고 Heliomolar 充填群

第三群 : 窩低에 裏裝없이 Scotch bond+Silux 充填群

第四群 : 窩低에 裏裝없이 Heliomolar 充填群

第五群 : S.mutans 充填群

複合레진의 充填方法은 製造社의 指示에 따랐고 實驗製劑를 適用한 狀態는 다음과 같다(그림 參照).

S.mutans實驗群은 窩洞形成 完了後 0.3mm 두께의 filter paper disc를 24時間 前에 培養한 S.mutans의 BHI broth에 浸潤시켜 窩洞低에 놓고 다시 營養素

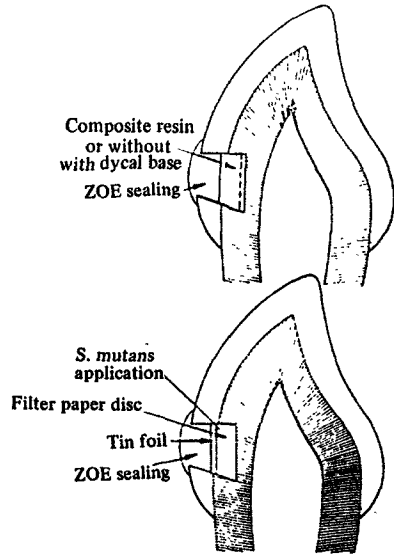


Diagram of application state

로 새로운 BHI broth를 點滴한 filter paper disc를 그 위에 덮은 후 tin foil로 被服하였다. 充填材의 邊緣漏出에 의한 細菌의 侵入의 影響을 排除하기 위하여 가장 邊緣閉鎖效果가 좋은 材料로 알려진 ZOE로 모든 窩洞을 密封하였다.

實驗完了後 1週日 間隔으로 6週에 걸쳐 實驗動物을 犠牲시킨 後 顎骨을 摘出하여 10% formalin에 2週間 固定시킨後 5% nitric acid로 齒牙를 脫灰하고 paraffin에 眞空包埋하여 窩洞과 齒髓를 通過하는 狹舌側으로 齒牙長軸 方向에서 4~6 μ 으로 切斷 Hematoxylin-Eosin으로 染色하여 組織의 變化像을 觀察하였다.

III. 實驗 成績

組織變化의 觀察은 實驗期間 週별로 各 標本의 病理組織學의 特徵을 觀察하였고 連續的으로 切斷된 標本中 殘存象牙質의 두께가 가장 얇은 部位를 選擇 하였으며 標本製作 途中 缺陷이 생긴것은 除外하였 다.

實驗材料를 充填한 78個 齒牙의 齒髓反應은 象牙 細管内로 的 細胞의 轉移와 窩洞低 直下部位組織(造 象牙細胞層, zone of Weil, cell rich zone)의 反應 과 齒髓의 깊은 部位의 反應 및 造象牙細胞의 萎縮, 第二象牙質의 形成程度, 炎症細胞의 浸潤, 血管變 化, 齒髓壞死나 膿瘍形成, 象牙氣質層의 變化等을 觀

察하였다.

對照群 : Zinc-Oxide Eugenol cement 充填群

1週後-窩洞下 血管은 輕微한 出血所見을 보이고 齒髓組織은 全般的으로 正常이었다.

2週後-齒髓의 充血像은 消失되었고 造象牙細胞는 規則的 排列을 보이며 基上部에 象牙細管의 排列은 規則的인 構造를 보였다.

3週後-造象牙細胞層의 規則的 排列等 2週와 비슷한 所見을 보였다.

4, 5, 6週後-正常的 所見을 나타내었다.

實驗群

第一群 : 象牙質에 Dycal[®]裏裝을 하고 Scotch bond[®]+Silux[®] 充填群

1週後-造象牙細胞의 萎縮과 象牙基質層의 幅이 他 部位보다 적었으며 齒髓組織은 充血, 出血像을 보였고 若干의 炎症細胞의 浸潤을 觀察할수 있었다.

2週後-輕度의 出血, 擴張像과 豫成象牙質層의 肥厚像을 觀察할수 있었고 重層의 造象牙細胞와 第二象牙質의 形成을 볼수 있었다.

3週後-造象牙細胞層의 微弱한 偏重現狀과 若干의 出血像을 除外하고는 齒髓組織은 回復像을 보였으며 豫成象牙質層의 肥厚와 第二象牙質의 形成이 觀察되었다.

4週後-造象牙細胞는 正常的인 排列을 하고 있었고 第二象牙質의 形成이 顯著하였다. 象牙基質層의 全般的인 두께는 一定하였으나 象牙基質과 第二象牙質間의 境界는 濃染線에 依하여 區分되었다.

5週後-血管 및 齒髓組織은 全般的으로 正常이었다.

6週後-正常的 所見을 나타내었다.

第二群 : 象牙質에 Dycal[®]裏裝을 하고 Heliomolar[®] 充填群

1週後-若干의 造象牙細胞 萎縮像과 造象牙細胞核이 象牙細管內로 吸入된 像을 보였고 血管의 出血 擴張을 觀察할수 있었으며, 象牙基質層의 非薄化를 볼수 있었다. 造象牙細胞層의 排列은 不規則하였고 輕微한 空胞가 形成된 樣相을 보이기도 하였다.

2週後-窩洞下 血管의 輕微한 出血과 造象牙細胞가 萎縮된 像을 보이며 第二象牙質의 形成이 觀察되

었고 象牙基質層의 肥厚像을 볼수 있었다.

3週後-若干의 充血像 外에 齒髓組織은 全般的으로 正常이었다. 造象牙細胞의 排列은 規則的이었고 象牙基質層은 2週에 비해 肥厚되었고 第二象牙質의 形成도 顯著하였다.

4週後-循環障礙는 볼수 없었고 象牙基質層은 더욱 肥厚해 졌으며 그 외의 다른 齒髓組織은 正常的인 所見이었다.

5週後-造象牙細胞層, 象牙基質層은 正常所見이었고 많은 量의 第二象牙質의 形成을 볼수 있었다.

6週後-正常所見을 나타내었다.

第三群 : 象牙質上 裏裝없이 Scotch bond[®]+Silux[®] 充填群

1週後-齒髓組織의 充血, 擴張, 出血과 造象牙細胞層의 排列不正과 多數의 造象牙細胞核이 象牙細管內로 吸入된 像을 보이며 炎症細胞의 浸潤과 浮腫性 變化를 觀察할수 있었으며, 窩洞低齒髓組織中 部分的 壞死像을 보인곳도 있었고 象牙基質層은 顯著히 減少된 樣相을 보였다.

2週後-中間程度의 充血擴張과 若干의 小圓形細胞의 浸潤을 볼수있었고 造象牙細胞層의 排列은 不規則하였으며 空胞가 形成된 모습을 보이기도 하였으며, 造象牙細胞核이 吸入되었고 不規則한 形態의 第二象牙質의 形成이 觀察되기도 하였다.

3週後-造象牙細胞層의 排列이 不規則한 像을 볼수 있었으며 循環障礙는 減少되었고 若干의 第二象牙質이 豫成象牙質위에 形成된 像을 觀察할수 있었다.

4週後-3週와 비슷한 齒髓組織像을 보였고, 若干의 充血外에는 正常所見이었다.

5週後-血管의 充血像은 적었으며 象牙細管의 排列은 規則的이었다.

6週後-齒髓組織은 全般的으로 正常이었다.

第四群 : 象牙質上 裏裝없이 Heliomolar[®] 充填群

1週後-齒髓의 充血, 擴張, 出血된 像과 窩洞直下部 齒髓組織에 部分的 壞死像을 보이며 象牙基質은 減少되었고 造象牙細胞層의 萎縮과 多數의 造象牙細胞核이 象牙細管內로 吸入된 像을 보이며 造象牙細胞層에서 炎症細胞가 觀察되었다.

2週後-中等度의 出血과 造象牙細胞層의 混亂 및

豫成象牙質의 菲薄化의 所見을 보이며 少數의 小圓形細胞浸潤과 造象牙細胞層에 浮腫性變化를 觀察할 수 있었다. 象牙基質層의 形成은 缺如되었고 不規則한 第二象牙質이 部分的으로 形成된 所見을 보였다.

3週後-血管의 充血, 擴張과 若干의 圓形細胞浸潤所見을 볼수 있었고 造象牙細胞核이 豫成象牙質層에 吸入된 像과 不規則한 第二象牙質이 觀察되었다. 造象牙細胞層에는 輕微한 浮腫性變化가 남아있는 像을 보였다.

4週後-齒髓組織은 若干의 充血, 擴張像을 보이며 第二象牙質의 形成은 增加되었고 纖維組織의 微弱한 增殖을 볼수 있었다.

5週後-循環障礙는 減少되었고 齒髓는 回復像을 보이며 第二象牙質의 形成은 顯著하였다.

6週後-齒髓는 全般的으로 正常所見이었다.

第五群 : *S. mutans* 適用群

1週後-象牙細管의 擴張과 함께 血管의 充血, 出血, 擴張의 所見을 보였으며 多數의 造象牙細胞核이 象牙細管内로 吸入된 像을 보였다. 窩洞直下 部位에 局所的 膿瘍이 形成된 像을 보였고 窩洞低에 가까운 齒髓組織에서는 齒髓壞死의 所見을 볼수 있었다. 象牙基質層은 消失되었고 造象牙細胞層의 排列은 不規則하였으며 多數의 炎症細胞의 浸潤像을 보였다.

2週後-血管의 中等度の 出血 및 擴張과 함께 多數의 炎症細胞의 浸潤을 보였다. 造象牙細胞層의 混亂 및 造象牙細胞層에 輕微한 浮腫性變化를 觀察할 수 있었으며 空泡가 形成된 樣相이 顯著하였다. 齒髓의 局所的인 壞死像은 남아 있었으나 膿瘍形成은 볼수 없었다.

3週後-若干의 炎症細胞浸潤 및 齒髓의 充血, 擴張等, 炎症反應이 持續된 像과 함께 不規則한 第二象牙質이 局所的으로 形成된 所見과 造象牙細胞가 豫成象牙質層에 埋立된 像을 보이며 때로는 第二象牙質이 豫成象牙質層위에 形成된 所見을 볼수 있었다.

4週後-炎症反應이 消失되었고 循環障礙도 減少된 像을 보였다. 第二象牙質 形成의 量은 增加하였으나 成熟된 形態의 象牙細胞管의 構造는 觀察하지 못하였다.

5週後-齒髓의 回復像과 많은 量의 第二象牙質의 形成이 觀察되었다.

6週後-齒髓는 거의 正常所見을 나타내었다.

IV. 總括 및 考按

複合레진으로 修復治療後 齒髓反應의 原因은 오랫동안 論爭거리가 되어왔다. 修復術式의 結果로서의 齒髓에 대한 損傷은 齒牙削除에 의한 損傷, 象牙質의 乾燥나 窩洞形成時의 發生熱과 使用된 材料의 化學的 刺戟때문이라고 여겨져왔으며 近來에와서는 齒牙削除中이나 修復完了後의 細菌汚染에 의한 影響의 研究가 活潑히 進行되고 있다.

複合레진에 대한 生物學籍 研究를 살펴보면, Kapsimalis²⁴), Spanberg²⁵), Hensten-Pettersen²⁶)은 修復用 레진에 對한 細胞毒性實驗에서 培養細胞들이 各實驗레진에 依하여 成長이 抑制됨을 報告하였고, Fujisawa³³)는 Bis-GMA레진이 溶血性이 있음을 報告하였으며, Stanley¹⁸)는 裏裝을 하지않은 正常깊이의 窩洞에서 齒髓가 往往 甚한 炎症이 생기고 持續됨을 報告하였고 Dickey등⁹)은 複合레진 自體가 齒髓에 대하여 化學的 刺戟原이 될수 있다고 하였으며 Kafrawy²⁷)는 레진의 重合時 生成되는 反應自由基가 齒髓反應을 일으킬 수 있다고 하였다. 또 Nygard-Östby²³), Suarez등⁵⁵)은 레진은 齒髓에 대한 刺戟이 크므로 削除된 齒牙에 直接 使用될때는 甚한 炎症을 發生시키고 齒髓膿瘍내지는 齒髓壞死를 招來한다고 報告하였고, Sayegh와 Reed²⁸), Harsanyi등²⁵)은 쥐와 家犬의 皮下組織에 複合레진을 埋植시킨 후 組織所見으로 初期에 急性炎症反應, 慢性炎症 및 纖維性包埋를 볼수 있었으며, Auvershine과 Eames³⁰)는 원숭이 齒牙에서 아말감을 對照群으로 하여 두 가지 다른 複合레진이 齒髓에 미치는 影響과 比較한 結果, 複合레진群에서 더 甚한 齒髓反應을 觀察하였다.

한편 Zander³¹)는 充填物과 窩壁사이에서 細菌을 發見하고 細菌의 侵入에 依한 齒髓刺戟의 可能性을 示唆하였고, Brännström과 Nyborg³²)는 複合레진을 充填한 境遇 甚한 齒髓反應時 充填物과 窩壁사이에서 두꺼운 細菌層을 觀察할 수 있었고 充填物의 不良한 接觸이 齒髓損傷의 原因이라고 主張하였다. Fusayama⁵)에 依하면 齒髓刺戟은 溫度 및 物理的 刺戟에 의해 象牙質과 充填物 사이의 間隔에 容積變化가 發生하여 pumping action에 의해 壓力의 變化가 發

生하거나 象牙細管内로 細菌 및 異物質이 浸透함으로서 비롯된다고 하였다. 또, Dickey⁹⁾와 Erikson⁶¹⁾은 裏裝과 酸腐蝕없이 複合레진을 窩洞内に 直接 充填한 境遇 窩洞에서 많은 菌을 發見하였고 齒髓損傷을 細菌의 存在와 關聯시켜 說明하였다. 그러나 Quist³⁸⁾은 充填物 周邊의 細菌에 대한 臨床的 重要性을 明確하게 糾明하지 못했다고 主張하였다.

窩洞을 形成하는 機械的 過程에서도 齒髓는 損傷을 받을 수 있고, Stenvik³⁵⁾은 象牙質 削除時 適切한 冷却이 이루어지지 못할때 發生하는 熱은 根端部 齒髓까지도 損傷을 일으킬 수 있다고 하였으며 Langeland 등은 齒髓의 炎症反應이 象牙質을 脫水시키는 治療術式의 結果일 수 있다고 示唆하며 損傷된 造象牙細胞에서 放出되는 分解産物이 象牙細管内로 侵入함으로써 이러한 反應이 誘導된다고 하였다.^{4,8,17,19)} 또한 Bur의 切削能率, 加壓의 程度, 窩洞의 水洗와 乾燥造作도 큰 影響을 주는 것으로 思料된다.

大部分의 修復材料는 暫定的이건 永久的이건 齒牙 窩洞壁과의 間隔이 多少는 있는 것이고, 近來에 와서 그러한 間隔은 往往 細菌의 侵入이나 細菌에 依한 産物이 切斷된 象牙細管을 통하여 齒髓를 損傷할 만큼 크며 複合레진의 齒髓反應은 材料自體에 依한 것이 아니고 細菌汚染에 依한 것이라는 主張이 抬頭되고 있는 바^{1,6,10,36,58)}, 本 實驗에서는 이러한 點의 影響을 피하기 위하여 가장 邊緣漏出이 적은 材料로 알려진 ZOE로 모든 窩洞을 密封하였고 極度로 細心한 施術을 하여 齒髓反應의 機械的 損傷에 의한 原因을 最小化하도록 하여 可能한 限 複合레진 自體의 效果와 細菌에 의한 影響만을 比較할수 있도록 하였다.

細菌의 刺戟에 關해서는 여러 學者들의 研究가 있는 바, Mejare³⁷⁾는 窩洞低와 複合레진 修復物사이의 接觸面에서 오래된 齒苔에서와 類似한 細菌을 發見하였고, Bender³⁸⁾는 새롭게 形成된 깊은 窩洞의 細菌은 齒髓로 浸透될수 있다고 하였으며, Bergenholtz⁴⁷⁾는 修復物下에서 細菌을 볼수 없을때 齒髓는 大개 影響을 받지않았고 여러 境遇에서 齒髓의 局所膿瘍部位에 細菌의 凝集이 있었다고 報告하였으며 Brännström은 齒髓變化의 主原因은 細菌의 刺戟이고 細菌毒素의 浸透가 齒髓損傷의 原因이지 材料自體는 아니라고 主張하였다.

細菌이 象牙細管을 통하여 齒髓에 影響을 미칠수

있는 刺戟物質을 含有하는 事實은 여러 學者들에 의해 報告되고^{7,11,48,50)} 細菌의 酵素나 代謝産物, 細菌의 細胞自體가 溶解되거나 分解된 後에 細胞成分이 放出되어 齒髓에 炎症反應을 일으키거나 抗原으로 作用하여 免疫機轉에 關與하는 것으로 報告되고 있으며, 齶蝕象牙質에서 가장 자주 採取되는 菌은 streptococcus mutans, lactobacilli, actinomyces라고 報告되고 있다.⁴⁰⁻⁴³⁾

本 實驗에서 S.mutans를 넣은 實驗群의 齒髓反應을 보면 1週 經過例에서 齒髓壞死나 膿瘍形成등의 比較的 甚한 炎症反應을 보였으며 이는 Bergenholtz, Cox, Loeshe 등³⁹⁾의 研究와 비슷한 所見을 나타내었고 4週 經過例에서 부터는 炎症反應이 消失되고 齒髓組織이 治癒되는 所見을 보였으나 이는 生體의 防禦 機轉에 依한 結果로 思料된다. 또한 窩洞이 口腔內 常住菌에 長期間 露出되어 있고 象牙質에 細菌이 侵入하여도 齒髓壞死가 꼭 發生하지는 않고 初期의 組織反應이 消失되고 治癒되었다는 Lundy와 Stanley⁵¹⁾의 報告나 動物實驗에서 切斷된 象牙質을 30日 以上동안 細菌實驗物質에 繼續 露出し켰어도 大部分 實驗 4日後 觀察되었던 齒髓의 初期의 甚한 反應이 齒髓壞死보다는 治癒가 일어났다는 報告와도 一致되고 있다.^{44,46)}

以上の 여러가지를 볼때 危害한 細菌産物에 대한 象牙質의 浸透度는 繼續된 細菌의 刺戟下에서도 時間 經過에 따라 減少하여 齒髓가 治癒되고, 生活齒牙의 齒髓는 感染에 대하여 抵抗性이 있고⁵³⁾ 不規則한 修復性象牙質을 形成하여 細菌毒素가 齒髓에 到達되는것을 遮斷하여 大部分의 齒牙에서 修復 治療後 齒髓가 正常的인 機能을 維持하게되는 것으로 思料되며 本 實驗의 結果와도 一致한다.

Dycal 裏裝을 行하지 않고 레진充填을 한 實驗例에서 보면 두 種類의 複合레진 모두 二週後까지는 齒髓組織이 血管變化를 보이며 象牙基質의 消失, 造象牙細胞의 混亂이 나타났으며 이는 裏裝없이 複合레진充填시 裏裝을 行한 때에 비해 甚한 치수反應을 招來하였다는 報告와도 一致하고 있으며 Dickey 등⁹⁾과도 同一한 所見을 보여준다.

本 實驗은 같은 實驗條件下에서 全的으로 細菌에 依한 效果와 複合레진에 의한 效果만을 比較한 結果, 細菌實驗群은 初期에는 複合레진充填群 보다 齒髓壞死나 膿瘍등 甚한 炎症反應을 나타내었으나 2~3週

부터는 비슷한 所見을 보였으며 이는 Dycal裏裝을 행한 1, 2群과의 齒髓反應의 差異를 比較해 볼때 複合레진의 齒髓反應이 全的으로 細菌에 依한 것으로는 同意하기 어렵다고 思料된다.

裏裝없이 複合레진을 充填한 3, 4群의 例에서 2週 經過例부터는 修復性象牙質의 形成을 보여 그 以後 많은 量의 修復性象牙質의 形成을 볼수 있었던것은 複合레진이 修復性象牙質의 生成을 위한 強하고도 持續的인 刺戟을 提供하는것으로 思料되며, 이는 Rao⁶⁾, Mjör¹²⁾의 研究와도 같은 所見을 나타내었다. 또 Stanley⁵⁴⁾는 第二象牙質은 窩洞形成후 4週 以內에는 그 形成이 明確치 않으며 4週내지 6週에서 그 形成速度가 가장 빠르다고 報告하였는데 本 實驗에서는 2~3週에서부터 第二象牙質의 形成이 觀察되었으며 全般的으로 많은 量의 第二象牙質의 形成이 3, 4, 5 群의 回復의 特徵의 樣相이었다.

齒髓保護處置로서 Dycal 裏裝을 행한 1, 2群의 例에서는, 2週에서부터 造象牙細胞의 規則的 排列 및 象牙基質層의 肥厚를 보여 이러한 結果를 連續적으로 考慮하건대 齒髓反應은 基間이 經過함에 따라 漸次로 回復되어 가는 것을 알수 있고, 이러한 結果는 Langeland¹⁷⁾, Suarez, Stanley 및 Gilmore 등⁵⁵⁾의 報告와도 同一한 所見이었다. 그러나, 回復되는 程度에 있어서 裏裝을 행한 實驗群은 裏裝을 하지않은 實驗群에 比하여 훨씬 빠른 治癒反應을 보였다.

本 實驗에서 Bis-GMA系 基質의 레진과 Urethane系 基質의 레진 實驗群간의 齒髓反應의 差異는 별로 發見할수 없었으나 Dycal裏裝群과 裏裝을 하지 않은 群과는 큰 差異가 있는것으로 나타났다. Peyton⁶⁰⁾, Eriksen⁶²⁾, Brännström 등⁵⁸⁾은 水酸化칼슘製劑로 치수를 保護하는것이 必要하다고 報告하였으며 Meyer와 Quist 등¹⁴⁾은 裏裝材의 效果를 刺戟物質의 遮斷效果 및 抗菌效果라고 報告하였고 充填物下의 齒髓保護를 위해서는 特히 水酸化칼슘製劑의 裏裝材가 좋다고 하였다. 複合레진에서 重合되지 않은 單體로서의 monomer는 齒髓에 決定的인 危害作用을 惹起한다는 報告나^{20,21)}, 修復物의 維持를 위해 酸腐蝕處理를 하는 것이 一般화된 요즘, 酸의 刺戟傳達를 最小化하며 象牙細管의 擴張과 脫灰를 防止하여 細菌毒素의 象牙細管内 浸透可能性을 막을수 있으며 특히 깊은 窩洞에서는 細菌學的인 面에서 身體의 다른 部位의 傷處와 마찬가지로 處理

되어야 한다는 觀點에서 볼때 齒髓保護를 위한 裏裝은 必須不可決의 造作으로 思料된다.^{59,65,66,77)}

또 Dycal 裏裝을 하고 充填한 1, 2群의 例에서 초기의 輕微한 齒髓反應이 나타난 것으로 보아 機械的 損傷을 最小化하기 위해 細心한 施術을 하였음에도 불구하고 齒髓에 刺戟이 加해진 것으로 推測되며, 이는 Dycal 裏裝을 하지 않고 充填한 實驗群의 例에서 더 甚한 齒髓反應을 나타냈음과 比較해 볼때 齒牙切削過程中的 刺戟은 가벼운 것으로 볼수도 있겠으나, 本 實驗이 人體의 齒髓組織에 比하여 回復能力이 越等한 家犬齒髓에서의 齒髓反應을 考慮할때 窩洞形成時의 損傷을 最小化하기위한 注意는 더욱 強調된다 하겠다.

修復物下의 細菌의 經路는 3가지를 考慮할수 있다.³⁹⁾첫째로 窩洞形成과 充填術式中 窩洞壁이 細菌에 汚染되어 象牙質 殘渣層에서 增殖되는 境遇, 둘째는 修復後 窩洞壁과 修復物과의 收縮間隔으로 齒牙表面으로부터 細菌이 侵入하는 境遇, 세째로 修復된 齶蝕部位下의 象牙細管内에 細菌이 殘留하여 外方으로 增殖하는 境遇等이며 이중 邊緣漏出로 因한 細菌의 侵入이 가장 問題化되고 있으며 이 間隔은 2~20 μ m으로 報告되고 있다.⁶⁸⁾

Hembree⁷¹⁾는 이러한 邊緣漏出을 減少하기위해 酸腐蝕方法과 레진 bonding agent를 使用하였고 Quist¹³⁾등은 이러한 境遇 充填物과 窩洞壁사이에서 顯著하게 細菌의 數가 減少한 것을 報告하였고 Brännström⁷³⁾은 瑤瑯質面을 酸腐蝕시킨후 充填하였을때 細菌의 侵入이 減少하였고 이때 레진은 齒髓에 刺戟的이 아니라고 報告하였다.

Brännström등은 複合레진이나 酸腐蝕處理 窩洞의 複合레진, 即時重合레진, 인레이세멘트 등에서 細菌을 觀察할수 있다는 點에 根據하여, 充填物下의 細菌이 齒髓刺戟의 主原因이며 材料自體는 아니라고 一貫된 主張을 펼치고 있다.^{6,10,11,58,62,72)}

現수까지 많은 學者들이 看過하여온 齒髓刺戟에 對한 한 原因으로서의 細菌의 役割이라는 面은 確實히 注目할 만한 事實이다. 사람의 口腔內에는 많은 數의 細菌이 常住하고 있고, 그 細菌들중의 大多數는 齒牙表面에 菌株와 齒苔를 形成할수 있으며, 修復物과 窩洞壁사이로도 侵入할수 있고, 짧은 期間동안이라도 充填物下의 齒髓組織에 變化를 惹起시킬수있다고 報告되고 있다.^{45,67,69)}

切斷된 象牙細管의 hydrodynamic pressure의 方向은 本來 外方이며, 窩洞洗滌劑나 酸腐蝕劑 또는 複合레진의 成分이 實際로 齒髓內에서 檢出되었다는 報告는 없으나 적어도 깊은 窩洞에서는 象牙質 削除時 造象牙細胞의 突起의 切斷과 材料의 毒性이 造象牙細胞 突起에 作用하여 炎症反應을 惹起하게 된다. 材料自體의 毒性은 切斷된 造象牙細胞를 通하거나 또는 열려있는 象牙細管을 통하여 造象牙細胞層을 지나 直接的으로 齒髓에 危害作用을 加하는 두 가지 過程으로 報告되고 있다.^{74,75)} 또 細菌에 依한 產物과 材料의 毒性간의 相互作用도 일어날수 있고 細菌의 齒髓에 對한 作用이 窩洞形成中 損傷에 依하여 더 크게 나타날 可能性도 亦是 있다고 본다.

더 많은 研究가 있기까지는 充填物下의 細菌의 侵入이 齒髓刺戟의 主 原因이라고 斷定하는것은 너무 速斷이라고 思料되며 비록 明白히 確認되지는 않았지만 가장 可能한 것은 齒牙修復後 齒髓의 生活力의 喪失은 細菌의 影響과 充填材料의 化學的 刺戟과 齒質 削除中의 損傷等의 複合의 結果라고 推測된다.

V. 結 論

健康한 成犬 6頭의 78個의 齒牙에서 五級窩洞을 形成한 後 細菌으로서 S.mutans를 使用하고 urethane系의 Heliomolar와 Bis-GMA系의 Silux 두 가지 複合레진을 象牙質常에 Dycal裏裝을 行한 群과 裏裝을 行하지 않은 群으로 나누어 5群을 實驗 群으로 하고 Zine-Oxide Eugenol cement 充填群을 對照群으로 하여 複合레진과 細菌만에 依한 齒髓反應을 1週日 間隔으로 6週間에 걸쳐 病理組織學的으로 比較觀察한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. S.mutans 充填群과 裏裝없이 複合레진을 充填한 群은 對照群과 裏裝을 行한 群에 比하여 甚한 齒髓反應을 나타내었다.

2. 實驗群에서, S.mutans 充填群은 裏裝없이 複合레진을 充填한 群에 比해 初期에 若干 甚한 齒髓反應을 보였으나 그 以後는 類似한 所見을 나타내었다.

3. Bis-GMA系의 複合레진과 urethane系의 複

합레진의 齒髓反應의 差異는 별로 볼수 없었다.

4. S.mutans 充填群과 裏裝없이 複合레진을 充填한 群도 6週後에는 거의 回復된 所見을 나타내었고 많은 量의 第二象牙質形成이 回復의 特徵的 樣相이었다.

5. 모든 實驗例에서 時間이 經過함에 따라 齒髓反應은 治癒되는 所見을 보여주었다.

REFERENCES

1. M. Brännström, B. Torstenson, etc.: The initial gap around large composite restorations in vitro: The effect of etching enamel walls. J. Dent. Res., 63: 681, 1984.
2. B.F. Zimmerman, H.R. Rawls, and A.E. Quereas: Prevention of in vitro secondary caries with an experimental fluoride-exchanging restorative resin. J. Dent. Res, 63 (5), 689-692, 1984.
3. Stanley, H.R., Going, R.E., Chauncey, H.H.. Human pulp response to acid pre-treatment of dentin and to composite restoration. JADA. 91: 817, 1985.
4. Meyers, C.L., Stanley, H.R., Ileyde, J.B., and Chamberlain, J.: Primate Pulpal Response to Ultraviolet Light Polymerized Direct-Bonding Material Systems. J. Dent. Res., 55: 1118-1124, 1976.
5. Fusayma, T.: New Concepts in Operative Dentistry. Chicago: Quintessence Publishing Co., pp. 61-156, 1980.
6. Brännström, M. and Nyborg, H.: Pulp Reaction to Composite Resin Restorations. J. Prosthet. Dent., 27: 181-189, 1972.
7. Mjör, I.A. and Tronstad, L.: Experimentarily Induced Pulpitis. Oral Surg., 34: 102-108, 1972.
8. Rao, S.R.: Pulp Response in the Rhesus

- Monkey to "Composite" Dental Restorative Materials in Unlined Cavities. *Oral Surg.*, 31: 676-688, 1971.
9. Dickey, D.M., El-Kafrawy, A.H., and Mitchell, D.F.: Clinical and microscopic pulp response to a composite restorative material. *J. Am. Dent. Assoc.* 88: 108, 1974.
 10. Brännström, M. and Nyborg, H.: The Presence of Bacteria in Cavities Filled with silicate Cement and Composite Resin Materials. *Swed Dent. J.*, 64: 149-155, 1971.
 11. Vojinovic, O., Nyborg, H., and Brännström, M.: Acid Treatment of Cavities Under Resin Fillings: Bacterial Growth in Dentinal Tubules and Pulpal Reactions. *J. Dent. Res.*, 52: 1189-1193, 1973.
 12. Mjör, J.A.: The penetration of bacteria into experimentally exposed human coronal dentin. *Scand. J. Dent. Res.*, 82: 191, 1974.
 13. Qvist, V.: Pulp reactions in human teeth to tooth-colored filling materials. *Scand. J. Dent. Res.* 83: 5466, 1974.
 14. Skogedal, O. and Eriksen, H.M.: Pulpal reactions to surface-sealed silicate cement and composite resin restorations. *Scand-J. Dent. Res.* 84: 381-385, 1976.
 15. S. Inokoshi, M. Iwaku, and T. Fusayama: Pulpal response to a new adhesive restorative resin. *J. Dent. Res.* 61 (8): 1014-1019, August 1982.
 16. Kun, W.B., and Pameijer, C.H.: An Adhesive for sealing composite resin. *J. Dent. Children*, 42: 105, 1975.
 17. Langeland, L.K., Guttuso, J., Jerome, D.R., and Langeland, K.: Histological and Clinical Comparison of Addent with Silicate Cements and Cold curing Materials, *JADA*, 72: 373-384, 1966.
 18. Stanley, H.R., Swerdlow, H., and Buonocore, M.G.: Pulp Reactions to Anterior Restoration Materials. *JADA*, 75: 132-141, 1967.
 19. Stanley, H.R.: Design for a human Pulp Study, I and II. *Oral Surg.*, 25: 633-647, 756-764, 1968.
 20. Manley, E.B.: A review of pulp reactions to chemical irritation. *Int. Dent. J.* 1: 36-48, 1950.
 21. Kramer, I.R.H.: Pulp changes of non bacterial origin. *Int. Dent. J.* 2: 435-450, 1959.
 22. Frank, R.M.: Reactions of dentin and pulp to drugs and restorative materials. *J. Dent. Res.* 54: 176-187, 1975.
 23. Nygaard-Ostby, B.: Pulp Reactions to Direct Filling Resins. *J.A.D.A.*, 50: 7, 1966.
 24. Kapsimalis, P.: Toxicity studies of cured epoxy resin. *J. Dent. Res.* 39: 1072, 1960.
 25. Spangberg, L., Rodrigues, H., Langeland, L. and Langeland, K.: Biological effects of dental materials. 2) Toxicity of anterior tooth restorative materials on HeLa cells in vitro. *Oral Surg.* 36: 713, 1973.
 26. Hensten-Pettersen, A.: In vitro cytotoxicity of resin-based dental restorative materials. *J. Dent. Res.* 56: A151, 1977.
 27. Kafrawy, A.H.: Biologic considerations in the selection and use of restorative materials. *Dent. Clin. North Am.* 27: 645, 1983.
 28. Favez, S. Sayegh & Andrew John Reed.: Tissue reactions to a new restorative material. *J. Pros. Dent.* 22: 468-477, 1969.
 29. Harsanyi, B.B., Angelopoulos, A.P., and Gourley, J.M.: Subcutaneous tissue response to composite resins in dogs. *Oral surg.*, 37: 308, 1974.
 30. Ronald, C. Auversine & Wilmer. B. Eames.:

- Pulpal response of monkeys to modifications of a Bisphenol A composite resin and cement. *J. of Dent. Res.* 51: 1062-1066, 1972.
31. Zander, H.A.: Effect of self-curing resins on the dental pulp. *Oral Surg.*, 4: 1563, 1951.
 32. Brännström, M. and Nyborg, H.: Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: Growth of bacteria and effect on the pulp. *J. Prosthet Dent.* 30: 301-310, 1973.
 33. 藤澤盛一郎: 歯科用レジン充填材料の溶血性および溶出性からみた *in vitro* の生物學的評價方法について. *日本歯科保存學雜誌* 21: 137, 1978.
 34. Quist, J., Quist V., and Lambjerg-Hansen, H.: Bacteria in cavities beneath intermediary base materials. *Scand. J. Dent. Res.*, 85: 313, 1977.
 35. Stenvik, A., Iverson, J. and Mjor, I.A.: Tissue pressure and histology of normal and inflamed tooth pulps in Macaque monkeys. *Arch. Oral Biol.* 17: 1501, 1972.
 36. Brännström, M. and Nordenvall, K.J.: Bacterial penetration pulpal reaction, and the inner surface of concise enamel bond. Composite fillings in etched and unetched cavities, *J. Dent. Res.* 57: 3-10, 1978.
 37. Mejare, B., Mejare, I., and Edwardsson, S.: Microbial marginal leakage and composite fillings studied with and anaerobic technic. *J. Dent. Res.* 56A: 176, 1977. (IADR Abst No. 534)
 38. Bender, I.B., Seltzer, S. & Kaufman, I.J.: Infectibility of the dental pulp by way of dentinal tubules. *J. Am. Dent. Assoc.* 1959, 59: 465-471.
 39. Bergenholtz, G., Cox, C.F., Loesche, W.J. and Syed, S.A.: Bacterial leakage around dental restorations and its effect on the pulp. *J. Oral Pathol.* (in press), 1982.
 40. Roth, G.: Proteolytic Organisms of the Carious Lesion. *Oral SURG*, 10: 1105, 1957.
 41. King, J.B., Crawford, J.J., and Lindahl, R.L.: Indirect Pulp Capping: A Bacteriologic Study of Deep Carious Dentine in Human Teeth, *ORAL SURG.* 20: 663, 1965.
 42. Shovlin, F.E., and Gillis, R.E.: Biochemical and Antigenic Studies of Lactobacilli Isolated from Deep Dentinal Caries. *J. Dent. Res.* 48: 356, 1969.
 43. Loesche, W.J., and Syed, S.A.: The Predominant Cultivable Flora of Carious Plaque and Carious Dentine. *Caries Res.* 7: 201, 1973.
 44. Rosengren, L., and Winblad, B.: Periapical Destructions Caused by Experimental Pulp Inoculation of *Streptococcus mutans* in Rats, *ORAL SURG.* 39: 479, 1975.
 45. Bergenholtz, G., Ahlstedt, S., and Lindhe, J.: Experimental pulpitis in immunized monkeys, *Scand J. Dent. Res.* 85: 396.
 46. Mjör, I.A.: Bacteria in experimentally infected cavity preparations. *Scand. J. Dent. Res.* 85: 599-605, 1977.
 47. Bergenholtz, G.: Effect of bacterial products on inflammatory reactions in the dental pulp. *Scand. J. Dent. Res.* 85: 122-129, 1977.
 48. Bergenholtz, G.: Inflammatory response of the dental pulp to bacterial irritation. *J. Endod.* 7: 100-104, 1981.
 49. Bergenholtz, G. and Warfvinge, J.: Migration of leukocytes in the dental pulp in response to plaque bacteria. *Scand. J. Dent. Res.* (in press), 1982.
 50. Warfvinge, J. and Dahlen, G.: Inflammatory tissue changes in the dental pulp in response

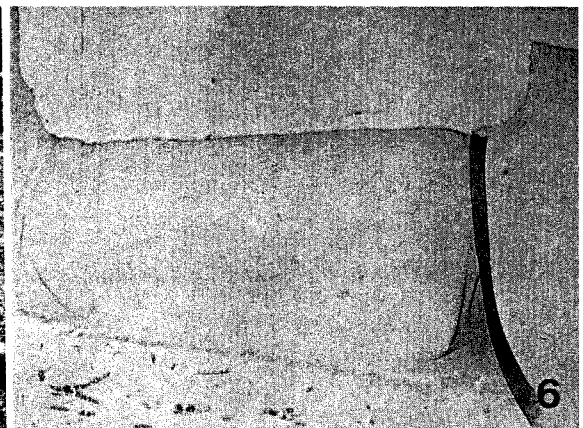
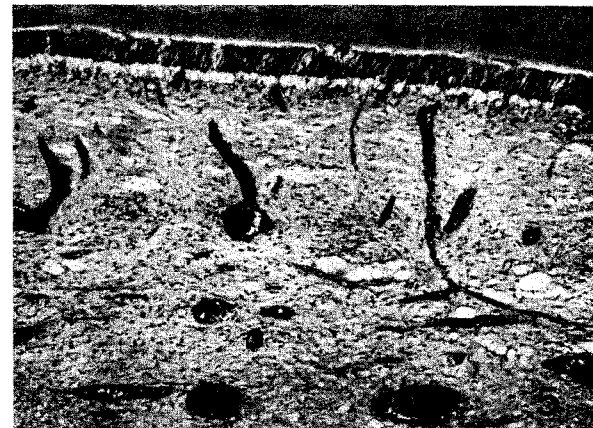
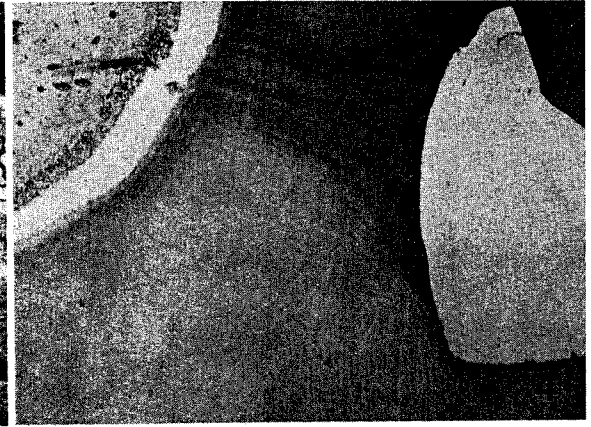
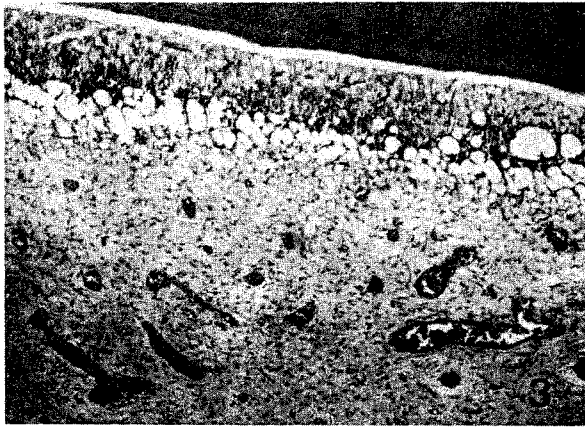
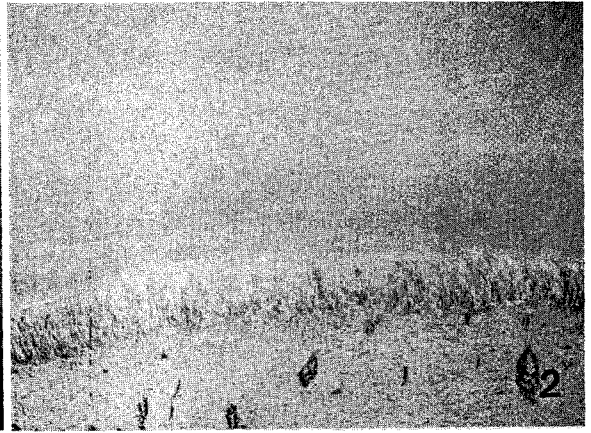
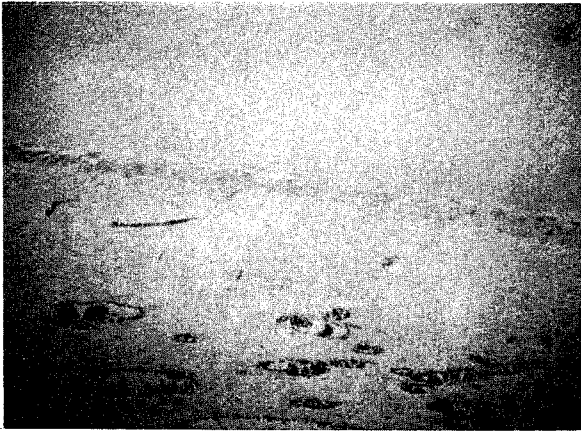
- to cell wall components from Gram-positive and Gram-negative bacteria.
51. Lundy, T. and Stanley, H.R.: Correlation of pulpal histopathology and clinical symptoms in human teeth subjected to experimental irritation. *Oral. Surg.* 27: 187-201, 1969.
 52. Brännström, M.: Dentin and pulp in restorative dentistry. Dental Therapeutics AB, Nacka, Sweden, 1981.
 53. Mjör, I.A., and Tronstad, L. The healing of experimentally induced pulpitis. *Oral Surg.* 38: 115-121, 1974.
 54. Stanley, H.R., White, C.L.: and McCray, L.: The rate of tertiary (reparative) dentin formation.
 55. Suarez, C.L., Stanley, H.R., and Gilmore, H.W.: Histopathological response of the human dental pulp to restorative resins. *J. Am. Dent. Assoc.* 80: 792, 1970.
 56. V. Quist: Identification of significant variables for pulpal reactions to dental materials. *J. Dent. Res.* 61: 20, 1982.
 57. Sayegh, F.S.: Analysis of histologic criteria commonly used in pulp studies. *Oral Surg.*, 37: 475, 1974.
 58. Brännström, M., and Nyborg, H.: Pulpal protection by a cavity liner applied as a thin film beneath deep silicate restorations. *J. Dent. Res.*, 50: 90, 1971.
 59. Udolph, C.H., Kopel, H.M., Melrose, R.J., and Grenoble, D.E.: Pulp response to composite resins with or without calcium hydroxide bases. *J. Cal. Dent. Assoc.*, 3: 56, Mar., 1975.
 60. Floyd A. Peyton & Robert G. Craig: Restorative dental materials. the C.V. Mosby Co., 4th ed., 1971.
 61. Eriksen H.M.: Protective effect of different lining materials placed under composite resin restorations in monkeys. *Scand. J. Dent. Res.* 82 (5): 373-380, 1974.
 62. Brännström, M. and Vojinovic, O.: Response of the dental pulp to invasion of bacteria around three filling materials. *J. Dent. Child.* 43: No. 2: 15-21, 1976.
 63. Laswell, H.R., Welk, D.A. and Regenos, J.W.: Attachment of resin restorations to acid pretreated enamel. *JADA* 82, March 1971.
 64. Buoncore, M.G. Shekholeslam, Z. and Gleana, R.: Evaluation of an enamel adhesive to prevent marginal leakage in vivo study. *J. Dent. Children*, 40: 119, 1973.
 65. Fisher, F.J. and McCabe, J.E.: Calcium hydroxide base materials-an investigation of the relationship between chemical structure and antibacterial properties, *B. Dent. J.* 144: 341-344, 1978.
 66. Ronald J. Heys, D.D.S., M.S.: Biologic considerations of composite resins. *Dent. Clinic of North America* Vol. 25, No. 2, April, 1981.
 67. Olgardt, L., Brännström, M. and Johnson, G.: Invasion of bacteria into dentinal tubules. Experiments in vivo and in vitro. *Acta. Odontol. Scand.* 32: 61-70, 1974.
 68. Bergvall, O., and Brännström: Measurements of the space between composite resin fillings and cavity walls. *Swed. Dent. J.*, 64: 217-226, 1971.
 69. Michelich, V.J., Schuster, G.S., and Pashley, D.H.: Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J. Dent. Res.* 59: 1398-1403, 1980.
 70. Avery, J.K., Cox, C.F., Shields, R., Syed, S.A., Bergenholtz, G., Baker, J.A., Heys, R.J., Fitzgerald, M. and Heys, D.R.: Improved differential staining of bacteria in tubules of monkey teeth. *J. Dent. Res.* 61: IADR Abstr. No. 242, 1982.

71. Hembree, J.H., and Andrews, J.T.: Microleakage of several acid etched composite systems. I.A.R. Abstracts L309, 1976.
72. Nordenvall, K.J., Brännström, M. and Torstensson, B.: Pulp reactions and microorganisms under ASPA and Concise composite fillings. J. Dent. Child. 46: 449, 1979.
73. Brannstrom, M. and Moore, D.: Effect of acid etching on marginal penetration of composite resin restoration. J. Pros. Dent. 32: 152, 1974.
74. LINDEN, L.A.: and BRÄNNSTRÖM, M.: Fluid Movements in Dentine and Pulp, Odont Revy 18 (3): 227-236, 1967.
75. BRÄNNSTRÖM, M.: LINDEN, L.A.: and ASTROM, A.: The Hydrodynamics of the Dental Tubule and of Pulp Fluid, Caries Res. 1: 310-317, 1967.
76. RUSSELL, J.R.: GROVE, D.M.: and COTTON, W.R.: Pulp Response in Rat Molars to a New Restorative Material, Oral Surg, Oral Med, Oral Path. 24 (2): 253-262, 1967.
77. LANGELAND, K.: DOGON, L. IL: and LANGELAND, L.K.: Pulp Protection Requirements for Two Composite Resin Restorative Materials, Austral Dent. J. 15 (5): 349-360, 1970.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1.** Decrease of vascular change without derangement of Odontoblastic layer. 2 weeks, zinc oxide eugenol. (x 35)
- Fig. 2.** Well arranged odontoblasts and normalized pulp tissue.
5 week, Zinc oxide eugenol. (x 100)
- Fig. 3.** Vacuolization beneath odontoblastic layer, hyperemia and local hemorrhage in the deep pulp tissue.
1 week, Scotch bond + Silux with Dycal base (x 35)
- Fig. 4.** Unithickened predentin with well arranged odontoblastic layer.
4 week, Scotch bond + Silux with Dycal base (x 35)
- Fig. 5.** Vascular congestion and dilatation with well reserved odontoblastic layer.
2 week, Heliomolar with Dycal base. (x 100)
- Fig. 6.** Decreased vascularity beneath the odontoblastic layer.
4 week, Heliomolar with Dycal base. (x 35)
- Fig. 7.** Massive hyperemia and vascular dilatation, hemorrhage in the deep tissue Derangement and atrophy of odontoblastic layer.
1 week, Scotch bond + Silux without base. (x 100)
- Fig. 8.** Unithickened predentin and degeneration of odontoblastic layer and fibrosis in deep tissue.
3 week, Scotch bond + Silux without base (x 100)
- Fig. 9.** Detachment and degeneration of odontoblastic layer and vascular congestion, dilatation, focal hemorrhage in the deep tissue.
1 week, Heliomolar without base. (x 100)
- Fig. 10.** Necrotic cells and massive inflammatory cell infiltration beneath odontoblastic layer.
2 week, Heliomolar without base. (x 400)
- Fig. 11.** Reticular degeneration of pulp with derangement of odontoblastic layer.
3 week, S. mutans application without base. (x 100)
- Fig. 12.** Well demarcation line of large amount reparative dentin formation.
5 week, S. mutans application without base. (x 100)

논문 사진부도 ①



논문 사진부도 ②

