

象牙質의 酸腐蝕이 齒髓組織에 미치는  
影響에 관한 實驗的 研究

서울대학교 齒科大學 齒科保存學教室

丁世準·李鳴鍾

**AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF ACID  
ETCHING OF DENTINE TO PULP TISSUE**

**Se-Joon Chung, D.D.S., M.S.D., Myung-Jong Lee, D.D.S., Ph. D:**

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

— Abstract —

The purpose of this study was to investigate the pulpal responses to acid etching of dentine. Total 72 class V cavities were prepared on the healthy permanent teeth from 6 dogs, and were divided into 4 groups. These were filled with filling materials after acid etching with each etchant for 1 min.

Control grup ; ZOE filling without acid etching.

Group 1: Zinc Oxide-Eugenol cement filling.

Group 2: Drying with hot air and Zinc oxide-Eugenol cement filling.

Group 3: Scotchbond application and silux filling.

Group 4: Silux filling

The dogs were sacrificed after 1 week, 2 weeks, 3 weeks, 4 weeks, 5 weeks and 6 weeks following operation. The specimens were routinely prepared and stained with Hematoxylin and Eosin.

Followings were the results obtained through microscopic examination.

1. There was mostly severe pulpal responses in case of Silux filling after acid etching of dentine.
2. The pulpal responses of Silux filling after acid etching and application of Scotchbond group

were more severe compared to Zinc Oxide-Eugenol cement filling group, but less severe compared to Silux filling group after acid etching of dentine.

3. The pulpal responses of Zinc Oxide-Eugenol cement filling group were similar to those of Zinc Oxide-Eugenol cement filling after drying with hot air group.
4. There was slight pulpal responses in early stage in case of Zinc Oxide-Eugenol cement filling group, but recovered to normal state soon after.

## - 目 次 -

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 實驗方法
- 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

前齒部の 齒冠破切時 琺瑯質을 酸으로 腐蝕시킨 後 複合레진을 充填하는 方法이 Buonocore에 依해 처 음으로 發表<sup>1)</sup>된 이후 꾸준한 臨床經驗과 實驗<sup>2-9)</sup>이 이루어진 結果 이와같은 琺瑯質을 酸腐蝕시키는 方法은 前齒部の 破切된 切斷面의 修復, 咬合面의 Pit & Fissure sealant, 齒頸部 磨耗症의 修復, 矯正治療 分野에서 Direct Bonding Bracket, 또 補綴治療 分野에서 Adhesion Bridge등 臨床 各 分野에서 널리 使用되고 있다.

이에 反하여 象牙質에의 接着力을 增加시키는 方法은 아직까지 研究가 進行되고 있는 實情이다. 象牙質에의 接着力을 增加시키는 方法도 20餘年 研究가 繼續되어 近來에는 比較의 效果가 認定되는 몇가지의 材料들이 市販되고 있지만 아직 接着力이 琺瑯質에의 接着力만큼 充分하지는 못하고 또 象牙質에 接着되는 機轉도 明確히 證明되지는 못하고 있다. 象牙質에의 接着을 充分히 얻을 수 없는데에는 여러 가지 理由가 있는데, 琺瑯質의 主要 構成成分은 無

機質인데 反하여 象牙質의 主要 構成成分은 有機質이라는 點, 象牙質에는 dentinal fluid가 存在하여 항상 濕한 狀態를 維持한다는 點, 削除된 象牙質 表面에는 smear layer가 存在한다는 點等을 들 수 있겠다.

齒牙表面의 腐蝕劑로는 主要로 phosphoric acid와 citric acid가 많이 使用되고 있다. Buckley의 報告<sup>10)</sup>에 依하면 이와같은 酸들은 한때는 根管의 洗滌을 위해 使用되었던 적도 있다고 한다. 또 形成된 窩洞의 洗滌을 위해서도 이와같은 酸들이 使用<sup>11)12)</sup>되기도 하며 齒髓에의 刺戟이 念慮되어 널리 使用되지는 못하고 主要로 琺瑯質의 酸腐蝕에 局限되어 使用되고 있다.

象牙質의 酸腐蝕에 關한 文獻<sup>13)-36)</sup>들을 살펴보면 大部分의 學者들이 象牙質의 酸腐蝕은 齒髓에 損傷을 招來한다고 主張하고 있고 이와는 對照의 一部 學者들은 象牙質의 酸腐蝕 自體는 齒髓에 損傷을 招來하지 않는다고 報告하였다.

Ericksen은 象牙質을 酸腐蝕시킨 境遇 象牙細管을 閉鎖하고 있는 齒質의 殘渣가 除去되어 象牙細管으로 刺戟物이 쉽게 浸透하여 甚한 齒髓反應이 誘發된다고 報告하였고<sup>20)</sup>, Stanley 등<sup>21)</sup>은 象牙質을 酸腐蝕시킨 境遇 齒髓의 反應을 招來하며 殘存象牙質의 두께가 1mm未滿일때는 特히 더 甚한 齒髓의 損傷을 招來한다고 報告하였으며, Nyborg 와 Brännström은 象牙質을 酸腐蝕시킨 境遇 酸腐蝕시키지 않은 境遇보다 더 많은 象牙細管에서 菌이 發見되고 菌이 齒髓까지 浸透해 들어가는 境遇도 發見되었다고 報告하였다<sup>29)</sup>. 이밖에 Gwinnett<sup>14)</sup>, Swartz<sup>23)</sup>, Michelich<sup>30)</sup>등도 象牙質의 酸腐蝕에 依해 齒髓의 損傷이 誘發된다고 報告하였다. 이와같이 많은 學者들이 象牙質의 酸腐蝕은 齒髓의 損傷을 招來하기 때문에 琺瑯質을 酸腐蝕시키는 境遇에도 象牙質

에 酸溶液이 接觸되지 않게 細心한 注意를 기울여야 한다고 主張하였다. 그런데 Jennings와 Ranley는 象牙質의 酸腐蝕에 衣한 齒髓反應은 1分동안 象牙質을 酸腐蝕 시킨 境遇 거의 誘發되지 않고 또한 齒髓反應이 誘發되었어도 恢復될 수 있다고 報告하였고<sup>22)</sup>, Johnson 등은 phosphoric acid가 象牙質을 通過하여 齒髓에 損傷을 줄 수 없다고 報告하였으며<sup>36)</sup>, Fusayama도 酸溶液을 짧은 時間 塗布한 境遇 齒髓에 刺戟을 주지 않는다고 報告하였다<sup>31),32)</sup>. 또 Lee 등은 Silicate cement나 Zinc phosphate cement를 充填한 境遇 材料에 包含되어 있는 phosphoric acid 成分이 繼續적으로 齒髓를 刺戟하여 齒髓의 損傷을 招來하지만 酸腐蝕시키는 境遇처럼 짧은 時間 使用한 境遇에는 象牙質 表面은 變化하지만 象牙細管의 變化는 일으키지 않아 齒髓組織에 損傷을 주지 않는다고 報告하였다.<sup>15)</sup>

또한 Brännström은 齒頸部가 磨耗되어 過敏症이 있는 境遇 露出된 象牙質을 酸으로 腐蝕 시킨 後 레진을 充填하면 象牙細管内로 레진이 容易하게 밀려 들어가 象牙細管을 閉鎖하여 過敏症을 減少시킬 수 있다고 主張하였다<sup>37)</sup>.

그리고 近來 市販되고 있는 接着性레진의 一種인 Clearfil F II 레진은 充填時 象牙質의 酸腐蝕을 必要로 한다<sup>31),32)</sup>.

以上과 같은 여러 文獻들을 檢討하여 본 結果 珐瑯質의 酸腐蝕이나 窩洞의 形態로 充分한 維持力을 얻을 수 있는 境遇에는 齒髓刺戟의 危險을 무릅쓰고 象牙質을 酸腐蝕 시킬 必要가 없겠지만 象牙質의 酸腐蝕에 衣해 smear layer를 除去하여 維持力의 增加에 奇與할 수 있고 또 象牙質過敏症의 治療에도 使用할 수 있는 등<sup>37)</sup> 그 使用을 진혀 排除할 수는 없을 것으로 思料된다. 이에 著者는 象牙質의 酸腐蝕이 齒髓組織에 미치는 影響을 알아보기 위해 本實驗을 施行하여 多少의 知見을 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 實驗方法

本實驗에서는 體重 12~15kg의 健康한 成犬 6頭를 實驗對象으로 하여 實施하였고 Ketalar(Ketamine Hcl)를 體重 1kg당 5~10mg을 筋肉注射하여 全身痲醉를 實施하였고 實驗도중 必要한 境遇에는

처음 注入量의 同量 혹은 그 以下의 量을 追加로 筋肉注射 하였다. 各 實驗動物에서 12個의 健全한 永久齒牙를 選擇하여 頰面 齒頸部에 #35 Inverted cone bur를 使用하여 5級 窩洞形成後 對照群에는 Zinc Oxide-Eugenol cement를 充填하였고 實驗群은 形成된 窩洞面 全體를 50% phosphoric acid 溶液으로 1分間腐蝕시킨 後 蒸溜水로 洗滌하고 4個群으로 分類하여 各 充填材를 充填하였다:

### 實驗群

第一群; Zinc Oxide-Eugenol cement 充填群

第二群; 窩洞을 甚하게 乾燥시킨 後 Zinc Oxide-Eugenol cement 充填群

第三群; Scotchbond 塗布後 Silux 充填群

第四群; Silux 充填群

充填方法是 製造會社의 指示에 따랐고 第二群의 充填時에는 象牙質의 酸腐蝕後 蒸溜水로 洗滌한 다음 알콜램프의 불꽃주위의 空氣를 chip ball로 吸入하여 約40°C 程度의 더운 空氣로 1分동안 乾燥시켰다.

實驗後 1週, 2週, 3週, 4週, 5週, 6週間隔으로 實驗動物을 犧牲시킨 後 顎骨에서 齒牙를 分離하여 實驗齒牙를 10% Formalin 溶液으로 2週間 固定시킨 後 5% 窒酸으로 脫灰하고 paraffin wax에 飽埋하여 6 $\mu$ m의 두께로 切斷하여 Hematoxylin-Eosin으로 染色한 다음 顯微鏡檢査를 施行하였다.

## III. 實驗成績

對照群과 各 實驗群의 齒髓反應은 血管充血, 血管擴張, 出血, 造象牙細胞의 萎縮, 象牙期質層의 減少, 2次 象牙質의 形成, 炎症細胞의 浸潤程度에 重點을 두고 比較 觀察하였다.

對照群; Zinc Oxide-Eugenol cement 充填群

1週後 血管充血의 所見을 보이며 造象牙細胞層의 排列이 不規則하였고 2週後에는 血管變化가 減少하였으며 3週, 4週, 5週, 6週後에는 全般的으로 正常所見을 나타내었다.

第一群; Zinc Oxide-Eugenol cement 充填群

1週後; 窩洞直下 齒髓組織에서 血管擴張, 血管充血 所見을 보이며 造象牙細胞의 萎縮과 象牙基質層의 減少를 觀察할 수 있었다.

2週後; 血管擴張, 血管充血이 持續되며 2次 象牙

質의 形成을 觀察할 수 있었고 造象牙細胞層은 繼續 不規則한 排列을 보여 주었다.

3週後; 不規則한 造象牙細胞層의 排列 以外에는 正常所見을 나타내었다.

4週後, 5週後, 6週後

; 全般的으로 正常所見을 나타내었다.

第二群; 窩洞을 甚하게 乾燥시킨 後 Zinc Oxide—Eugenol cement 充填群

1週後; 全般的인 齒髓組織에서 血管擴張, 血管充血의 所見을 보이며 造象牙細胞의 萎縮과 象牙基質層의 減少를 觀察할 수 있었다.

2週後; 血管擴張, 血管充血이 持續되며 2次 象牙質의 形成을 觀察할 수 있었고 造象牙細胞層은 繼續 不規則한 排列을 보여 주었다.

3週後; 造象牙細胞層은 繼續 不規則한 排列을 보여 주었고 循環障礙가 持續되는 모습을 觀察할 수 있었다.

4週後, 5週後, 6週後

; 全般的으로 正常所見을 나타내었다.

第三群; Scotchbond 塗布後 Silux 充填群

1週後; 全般的인 齒髓組織에서 血管擴張, 血管充血의 所見을 보이며 造象牙細胞의 萎縮과 象牙期質層의 減少를 觀察할 수 있었고 窩洞直下 部位의 血管周圍에서 炎症細胞의 浸潤을 觀察할 수 있었다.

2週後; 血管擴張, 血管充血이 持續되며 2次 象牙質의 形成을 觀察할 수 있었다.

3週後; 造象牙細胞層은 繼續 不規則한 排列을 보여 주었고 循環障礙가 持續되는 모습을 觀察할 수 있었다.

4週後; 若干의 血管擴張, 血管充血의 所見을 보이며 그외는 正常所見을 나타내었다.

5週後, 6週後

; 全般的으로 正常所見을 나타내었다.

第四群; Silux 充填群

1週後; 血管擴張, 血管充血 以外에 出血의 所見을 보이며 炎症細胞의 浸潤을 觀察할 수 있었고 膿瘍도 發見되었다.

2週後; 血管擴張, 血管充血, 出血의 所見을 보이며 2次 象牙質의 形成을 觀察할 수 있었다.

3週後; 造象牙細胞層은 繼續 不規則한 排列을 보여 주었고 循環障礙가 持續되는 모습을 觀察할 수 있었다.

4週後; 若干의 血管擴張, 血管充血의 所見을 보이며 그외는 正常所見을 나타내었다.

5週後, 6週後

; 全般的으로 正常所見을 나타내었다.

#### IV. 總括 및 考按

珐瑯質을 酸腐蝕後 레진을 充填하여 接着力을 增加시키는 方法은 그 效果가 認定되어 臨床에서 널리 使用되고 있으나 象牙質에의 接着力을 增加시키는 方法은 아직 研究가 進行되고 있는 實情이다. 象牙質에의 接着力을 增加시키는 方法도 20여년 程度 研究<sup>38)~48)</sup>가 繼續되어 最近에는 比較的 效果가 認定되는 몇가지의 象牙質 接着性레진들이 市販되고 있으며 Bunker는 象牙質 接着性레진의 引張強度는 酸腐蝕된 珐瑯質에 接着시킨 레진의 引張強度의 28% 밖에 되지 않는다고 報告하였다<sup>38)</sup>. 이와같이 象牙質에의 接着力은 酸腐蝕된 珐瑯質에의 接着力만큼 充分하지가 못하고 또 各 製造會社 나름대로 그 接着機轉을 說明하고는 있지만 아직 明確히는 證明되지 못하고 있다.

象牙質에의 接着力을 充分히 얻을 수 없는 理由中의 하나로 削除된 象牙質 表面에는 항상 smear layer가 存在한다는 點을 들 수 있겠다. Eick等은 走査 電子顯微鏡을 使用하여 削除된 齒面을 觀察한 結果 削除된 齒面에는 直徑 0.5~15 $\mu$ mm크기의 작은 粒子들이 smear layer에 存在한다고 報告하였다<sup>49)</sup>.

이러한 smear layer는 修復物의 維持力에 影響을 미치는 것으로 알려져 있다. Polycarboxylate cement나 glass ionomer cement 등과 같이 象牙基質과 化學反應을 일으키는 材料들의 境遇 smear-layer를 除去하면 接着力이 增加한다고 알려지고 있다<sup>50)</sup>. 또한 Brauer等은 複合레진도 smear layer를 除去하면 接着力이 增加한다고 報告하였고<sup>51)</sup> Iwaku도 酸腐蝕에 依하여 象牙細管이 擴張되고 擴張된 象牙細管으로 레진이 쉽게 浸透하여 接着力이 增加한다고 報告하였다<sup>52)</sup>.

이와같이 smear layer는 接着力을 減少시키는 作用을 하는 反面에 象牙細管을 細菌으로 부터 保護해 주고<sup>53),54)</sup> 또 象牙質過敏症의 重要한 原因인 fluid movement에 抵抗하는 作用을 한다고도 알려지고

있다<sup>55),57)</sup>. Olgart와 Michelich는 smear layer가 존재하면 細菌이 象牙細管을 通過할 수 없다고 報告하였다<sup>30)</sup>. 또한 많은 學者들이 象牙質을 酸腐蝕할 境遇 smear layer가 除去되고 象牙細管이 擴大되어 擴大된 象牙細管을 통해 齒髓에 刺戟이 가해져 齒髓의 損傷이 發生한다고 報告하였다.

그러나 Fusayama는 象牙質을 짧은 時間 酸腐蝕시킨 境遇 齒髓의 損傷은 發生하지 않는 다고 報告하였고<sup>31),32)</sup> Johnson等은 phosphoric acid가 象牙質을 通過하여 齒髓에 損傷을 주지 못한다고 報告하였고<sup>36)</sup> Jennings와 Ranley等도 象牙質의 酸腐蝕에 依한 齒髓反應은 1分 동안 象牙質을 酸腐蝕할 境遇 거의 發生하지 않고 또한 恢復될 수 있다고 報告하였다.<sup>22)</sup>

本 實驗의 結果에서도 모든 實驗群에서 象牙質을 酸腐蝕處理 하였는데 Zinc Oxide-Eugenol cement를 充填한 群의 境遇에는 齒髓反應이 輕微한데 反하여 複合레진을 充填한 群의 境遇에는 齒髓反應이 더 甚하게 나타난 點을 勘案하여 볼때 象牙質의 酸腐蝕處理 自體는 齒髓에 큰 損傷을 주지 않고 複合레진 材料自體의 毒性이나 邊緣漏出에 衣한 細菌의 侵入等이 齒髓에 더 큰 損傷을 주는 것으로 思料된다. 그러나 本 實驗은 人體의 齒髓組織과는 恢復能力이 다른 家犬 齒髓組織을 實驗對象으로 하였기 때문에 象牙質의 酸腐蝕處理가 齒髓組織에 미치는 보다 더 正確한 影響을 알아보기 위해서는 可能하다면 많은 數의 人體의 齒牙를 對象으로 實驗을 行하는 것이 必要하다고 思料된다.

Gwinnett는 象牙質을 酸腐蝕後 레진을 充填한 다음 走査 電子顯微鏡을 使用하여 레진의 浸透樣相을 觀察한 結果 레진의 象牙細管內로의 浸透程度는 乾燥狀態에 따라 差異가 있어 臨床에서 처럼 짧은 時間 乾燥시킨 境遇에는 0.2mm程度 浸透해 들어가고 24時間 동안 乾燥시킨 境遇에는 2mm 程度까지 浸透해 들어간다고 報告하였다.

本 實驗에서는 窩洞의 甚한 乾燥가 齒髓에 미치는 影響을 觀察하기 위하여 象牙質의 酸腐蝕後 더운 空氣로 約 1分 程度 乾燥시킨 境遇와 그렇지 않은 境遇를 比較 觀察하여 본 結果 組織所見에 큰 差異가 없었다.

複合레진 充填時 發生하는 齒髓損傷의 原因에 대해서는 많은 研究<sup>56)-64)</sup>가 이루어져 齒髓損傷의 原因

은 材料自體의 毒性에 衣한 化學的 刺戟과 邊緣漏出에 衣한 細菌의 刺戟이라고 알려져 있다.

Langeland<sup>56)</sup>, Stanley<sup>57)</sup>等은 齒髓刺戟의 原因은 材料自體의 毒性 즉 化學的 刺戟이라고 하였고 Brännström, Nyborg等<sup>29)</sup>은 複合레진 自體는 刺戟性이 없고 齒髓損傷의 主原因은 充填過程中 窩壁에 殘存하거나 邊緣漏出에 衣하여 侵入한 細菌이라고 主張하였다.

本 實驗에서 Zinc Oxide-Eugenol cement 充填群에서는 齒髓反應이 輕微하고 複合레진 充填群에서는 1週後와 2週後에 齒髓反應이 比較的 甚하게 나타난 것으로 보아 初期의 齒髓刺戟은 充填材의 化學的 刺戟에 起人하는 것으로 思料된다. 그리고 Scotchbond 塗布後 Silux를 充填한 實驗群보다 Silux만을 充填한 實驗群에서 齒髓反應이 더 甚하게 나타났는데, Scotchbond를 塗布하지 않고 Silux만을 充填한 境遇 邊緣漏出이 더 크다는 것을 考慮하여 볼 때, 邊緣漏出에 衣한 細菌의 浸入 때문에 Silux만을 充填한 實驗群에서 齒髓反應이 더 甚하게 나타난 것으로 思料된다.

以上の 結果를 綜合해 보면 象牙質의 酸腐蝕處理 그 自體는 齒髓에 큰 損傷을 주지 않는 것 같고 複合레진 充填時 發生하는 齒髓損傷은 複合레진 材料自體의 化學的 刺戟과 細菌에 衣한 刺戟이 複合的으로 作用하여 나타나는 것으로 思料된다.

## V. 結 論

象牙質의 酸腐蝕 處理와 窩洞을 심하게 乾燥시키는 것이 齒髓組織에 미치는 影響을 觀察하기 위하여 家犬 6頭를 實驗對象으로 하여 5級 窩洞 形成후 象牙質을 酸腐蝕 處理한 다음 Zinc Oxide-Eugenol cement, Scotchbond塗布후 Silux, 그리고 Silux등을 充填하여 6週간에 걸쳐 齒髓組織의 變化象을 觀察한 결과 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 酸腐蝕 處理後 Silux를 充填한 實驗群에서 齒髓反應이 가장 심하게 나타났다.
2. 酸腐蝕 處理後 Scotchbond를 塗布한 다음 Silux를 充填한 實驗群은 酸腐蝕 處理後 Zinc Ox

ide-Eugenol cement를 충전한 實驗群 보다는 더 심한 齒髓反應을 보였지만 酸腐蝕 處理後 Silux만 충전한 實驗群 보다는 輕微한 齒髓反應을 보였다.

3. 酸腐蝕 處理後 Zinc Oxide-Eugenol cement를 충전한 實驗群과 酸腐蝕 處理와 窩洞의 심한 乾燥後 Zinc Oxide-Eugenol cement를 충전한 實驗群의 組織所見에는 큰 差異가 없었다.

4. 酸腐蝕 處理後 Zinc Oxide-Eugenol cement를 충전한 實驗群도 初期에는 輕微한 齒髓反應을 보인 후 가장 빠른시간에 恢復되었다.

## REFERENCES

1. Buonocore, M.G.: A simple method of increasing adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.* 50: 125, 1955.
2. Bowen, R.L.: Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *JADA.* 66: 57, 1963.
3. Buonocore, M.G., Sheykhoslam, Z. and Glena, R.: Evaluation of an enamel adhesive to prevent marginal leakage; An in vitro study. *J. Dent. Child.* 40: 119, 1973.
4. Baharloo, D. and Moore, D.: Effect of acid etching on marginal penetration of composite resin restoration. *J. Pros. Dent.* 32: 152, 1974.
5. Brännström, M. and Moore, D.: Effect of acid etching on marginal penetration of composite resin restoration. *J. Pros. Dent.* 32: 152, 1974.
6. Hembree, J.H., and Andrews, J.T.: Microleakage of several acid etched composite systems. *I.A.D.R. Abstracts #309*, 1976.
7. Luscher, B., Lutz, F., Oshesenbein, H., et al.: Microleakage and marginal adaptation of composite resin restorations. *J. Pros. Dent.* 39: 409, 1978.
8. Ortiz, R.F., Phillips, R.W., Swartz, M.L., et al.: Effect of composite resin bond agent on microleakage and bond strength. *J. Pros. Dent.* 41: 51, 1979.
9. V. Quist: The effect of mastication on marginal adaptation of composite restorations in vivo. *J. Dent. Res.* 62: 904, 1983.
10. Buckley, J.P.: A review of the literature on Dental Therapeutics for the past sixty years, with special emphasis on the treatment of the dental pulp and filling root canals, *Dent. Items Interest* 60: 928-936, 1938.
11. Shorthall, A.C.: Cavity cleansers in restorative dentistry. *Br. Dent. J.* 150: 243, 1981.
12. Brannstrom, M., Glantz, P.O., Nordenvall, K.J.: The effect of some cleansing solutions on the morphology of dentin prepared in different ways: An in vivo study. *J. Dent. Child* 46: 291, 1979.
13. Torney, D.L.: The retentive ability of acid-etched dentin. *J. Pros. Dent.* 39: 169, 1978.
14. Gwinnett, A.J.: Structural changes in enamel and dentin of fractured anterior teeth after acid conditioning in vitro. *JADA.* 86: 117-122, 1973.
15. Lee, H.L., Orlowski, J.A., Scheidt, G.C., and Lee, J.R.: Effect of acid etchants on dentin. *J. Dent. Res.* 52: 1228-1232, 1973.
16. Brännström, M., and Johnson, G.: Effects of various conditioners and cleansing agents on prepared dentin surfaces: A scanning electron microscopic investigation. *J. Pros. Dent.* 31: 422-430, 1974.
17. Hoppenbrouwers, P.M.M., Driessens, F.C.M., and Stadhouders, A.M.: Morphology, composition and wetting of dentin cavity walls. *J. Dent. Res.* 53: 1255-1262, 1974.
18. Goto, G., and Jordan, R.E.: Pulpal effects

- of concentrated phosphoric acid. Bull. Tokyo Dent. Coll. 14: 105-112, 1973.
19. Retief, D.H., Austin, J.C., and Fatti, L.P.: Pulpal response to phosphoric acid. J. Oral Path. 3: 114-122, 1974.
  20. Eriksen, H.M.: Protection against harmful effects of a restorative procedure using an acidic cavity cleanser. J. Dent. Res. 55: 281-284, 1976.
  21. Stanley, H.R., Going, R.E., and Chauncey, H.H.: Human pulp response to acid pretreatment of dentin and to composite restoration. JADA. 91: 817-825, 1975.
  22. Jennings, R.E., and Ranly, D.M.: Autoradiographic studies of  $P^{32}$  penetration into enamel and dentin during acid etching. J. Dent. Child 39: 69-71, 1972.
  23. Swartz, M.L., Niblack, B.F., Alter, E.A., Norman, R.D., and Phillips, R.W.: In vivo studies on the penetration of dentin by constituents of silicate cement. JADA. 76: 573-578, 1968.
  24. Eriksen, H.M.: Pulpal response of monkeys to a composite resin cement. J. Dent. Res. 53: 565-570, 1974.
  25. Brannstrom, M., and Gaberoglio, R.: The dentinal tubules and the odontoblast process. A scanning electron microscope study. Acta Odont. Scand. 30: 291-311, 1972.
  26. Marentis, C., and Bradford, E.W.: The adaptation of composite resin restorations to etched dentin. J. Dent. 5: 200, 1977.
  27. Gwinnett, J.A.: The morphologic relationship between dental resins and etched dentin. J. Dent. Res. 56: 1155, 1977.
  28. Gwinnett, J.A., and Jendresen, M.D.: Micro-morphologic features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin. J. Dent. Res. 57: 543, 1978.
  29. 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.
  30. Michelich, V.J., Schuster, G.S., and Pashley, D.H.: Bacterial penetration of human dentin in vitro. J. Dent. Res. 59: 1398, 1980.
  31. Fusayama, T.: New concepts in operative dentistry. Chicago: Quintessence Publishing Co., pp. 61-156, 1980.
  32. Fusayama, T., Nakamura, M., Kurosaki, N., and Iwaku, M.: Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. J. Dent. Res. 58: 1364, 1979.
  33. Brännström, M., and Nordenvall, K.J.: The effect of acid etching on enamel, dentin, and the inner surface of the resin restoration. A scanning electron microscopic investigation. J. Dent. Res. 56: 917, 1977.
  34. Brännström, M., and Nordenvall, K.J.: Bacterial penetration and the inner surface of Concise Enamel Bond. Composite fillings in etched and unetched cavities. J. Dent. Res. 57: 3, 1978.
  35. Nordenvall, K.J.: Enamel bond-composite fillings in etched cavities. The appearance of resin surfaces facing enamel and dentin. Swed. Dent. J. 2: 141, 1978.
  36. Johnson, R.H., Christensen, G.J., Stigers, R.W., and Laswell, H.R.: Pulpal irritation due to the phosphoric acid component of silicate cement. Oral Surg. 29: 447-454, 1970.
  37. Brännström, M., Johnson, G., and Nordenvall, K.J.: Transmission and control of dentinal pain, resin impregnation for the desensitization of dentin. JADA. 99: 612, 1979.

38. Bunker, J.E.: Adhesive for bonding composites to dentin. *J. Dent. Res.* 62 (Abstracts) 221, Abstract No. 467.
39. Buonocore, M.G., Rochester, N.Y., and Quigley, M.. Bonding synthetic resin material to human dentin, preliminary histological study of the bond area. *JADA.* 57: 807-811, 1958.
40. Bowen, R.L., and Argentar, H.; Tertiary aromatic amines with molecular weight above 400. *J. Dent. Res.* 51: 473, 1972.
41. Hitoshi Miyauchi, Kazuo Ito, etc.: Pulp response to a new adhesive restorative resin "Clearfil Bond System-F". *Jap. J. Operative Dent.* 21: 384, 1978.
42. Norimasa kurosaki, Masato Nakamura, etc.: Adhesion of a new restorative resin "Clearfil Bond System-F". *Jap. J. Operativ Dent.* 21: 378, 1978.
43. Yumiko Ono, Ken Inove.: Clinical test of new adhesive composite resin. *Jap. J. Operative Dent.* 22: 265, 1979.
44. Bowen, R.L.. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. XX II, The effects of a cleanser, mordants and poly sac on adhesion between a composite resin and dentin. *J. Dent. Res.* 59: 809-834, 1980.
45. Antonucci, J.M., Mistra, D.N., and Deckoo, R.J.: The accelerative and adhesive bonding capabilities of surface active accelerators *J. Dent. Res.* 60: 1332, 1981.
46. Causton, B.E., Johnson, N.W.: The influence of mineralizing solutions on the bonding of composite restorations to dentin. *J. Dent. Res.* 60: 1315, 1981.
47. Bowen, R.L., Cobb, E.N., and Rapson, J.E.: Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. Improvement in bond strength to dentin. *J. Dent. Res.* 61. 1070, 1982.
48. Shuji Suizu, Mitsuru Tsuji, etc.: The method of improvement of adhesive bonding to dentin. *Jap. J. Operative Dent.* 27: 390, 1984.
49. Eick, J.D., Wilko, R.A., Anderson, C.H., and Sorenson, S.E.: Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microscope. *J. Dent. Res.* 49: 1359, 1970.
50. Phillips, R.W., Swartz, M.L., and Rhodes, B.: An evaluation of a carboxylate cement. *JADA.* 81: 1353, 1970.
51. Brauer, G.M., Jackson, J.A., and Termini, D.J.: Bonding of acrylic resins to dentin with 2-cyanoacrylate esters. *J. Dent. Res.* 58: 1900, 1979.
52. Iwaku, M., Takatsu, T., and Fusayama, T.: Comparison of three luting agents. *J. Pros. Dent.* 43: 423-425, 1980.
53. 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, 1973.
54. Pashley, D.H., and Livingston, M.J.: Effect of molecular size on permeability coefficients in human dentin. *Arch Oral Biol.* 25: 391, 1978.
55. Pashley, D.H., Livingston, M.J., and Greenhill, J.D.: Regional resistances to fluid flow in human dentin, in vitro. *Arch Oral Biol.* 23: 807, 1978.
56. Langeland, L.K., Guttuso, J., Jerome, D.R., and langeland, K.: Histological and clinical comparison of Addent with silicate cement and coldcuring materials. *JADA.* 72: 373-384, 1966.
57. Stanley, H.R., Swerdlow, H., and Buono-

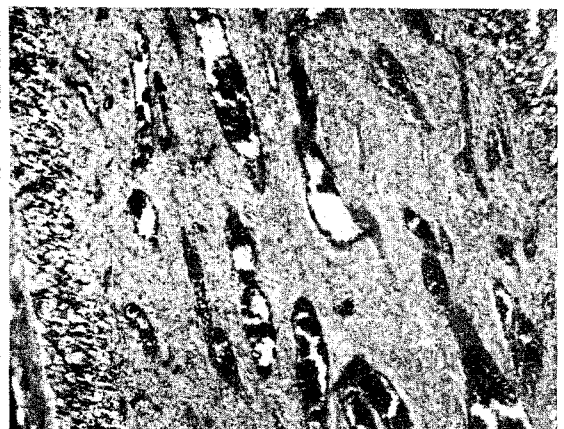
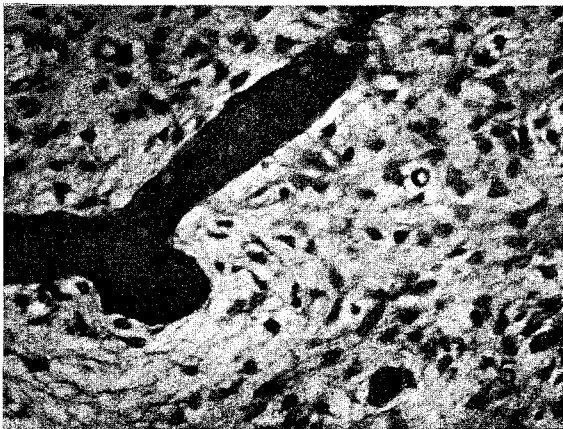
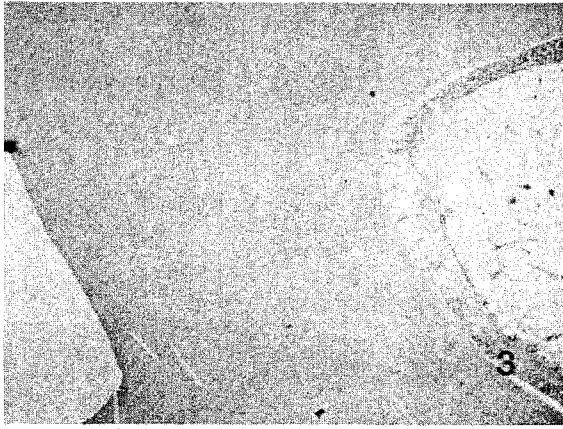
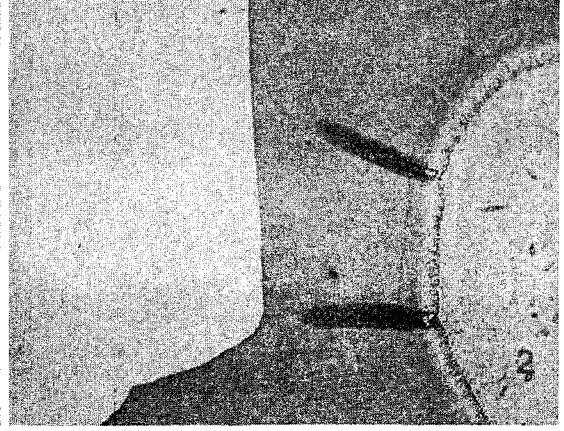
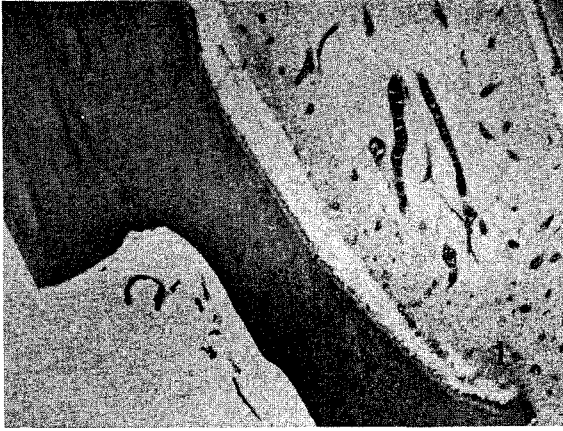


- core, M.G.: Pulp reactions to anterior restoration materials. JADA. 75: 132, 1967.
58. Zander, H.A.: Effect of self-curing resins on the dental pulp. Oral. Surg. 4: 1563, 1951.
59. Rao, S.R.: Pulp response in the Rhesus monkey to composite dental restorative materials in unlined cavities. Oral Surg. 31: 676, 1971.
60. Brännström, M. and Nyborg, H.: Pulp reaction to composite resin restorations. J. Pros. Dent. 27: 181, 1972.
61. Dickey, D.M., El-Kafrawy, A.H., and Mitchell, D.F.: Clinical and microscopic pulp response to a composite restorative material. JADA. 88: 108, 1974.
62. Mjör, J.A.: The penetration of bacteria into experimentally exposed human coronal dentin. Scand. J. Dent. Res. 82: 191, 1974.
63. 金哲鎬: 磷酸에스텔계 接着性레진의 齒髓反應에 관한 病理組織學的 研究. 대한치과보존학회지, vol.10, No.1, 7-16, 1984.
64. 孫鎬賢: 接着性레진이 家犬齒髓組織에 미치는 毒性에 관한 實驗的 研究. 대한치과보존학회지, vol.10, No.1, 31-42, 1984.

## EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1.** Vascular congestion with derangement of odontoblastic layer. 1 week. ZOE filling without acid etching. (x 100)
- Fig. 2.** Decrease of vascular change without derangement of odontoblastic layer. 3 weeks. ZOE filling (x 35)
- Fig. 3.** Vacuolization beneath odontoblastic layer.  
1 week. ZOE filling after acid etching and drying (x 35)
- Fig. 4.** Vascular congestion and derangement of odontoblastic layer.  
2 weeks. ZOE filling after acid etching and drying (x 100)
- Fig. 5.** Inflammatory cell infiltration around the blood vessel.  
1 week. Scotchbond application and Silux filling (x 400)
- Fig. 6.** Hyperemia and vascular dilatation.  
1 week. Scotchbond application and Silux filling (x 100)
- Fig. 7.** Well demarcation line is seen.  
2 weeks. Scotchbond application and Silux filling (x 35)
- Fig. 8.** Vacuolization beneath odontoblastic layer.  
3 weeks. Scotchbond application and Silux filling (x 100)
- Fig. 9.** Abscess cavities are seen beneath the odontoblastic layer.  
1 week. Silux filling (x 100)
- Fig. 10.** Inflammatory cell infiltration around the blood vessel.  
1 week. Silux filling. (x 400)
- Fig. 11.** Massive hyperemia, vascular dilatation and hemorrhage are seen in the deep pulp tissue.  
1 week. Silux filling. (x 100)
- Fig. 12.** Vascular congestion and dilatation.  
2 weeks. Silux filling. (x 100)

논문 사진부도 ①



논문 사진부도 ②

