

# 燐酸 腐蝕에 의한 乳齒 表面 變化 및 複合레진 浸透에 關한 實驗的 研究

慶熙大學校 齒科大學 小兒齒科學教室

申 完 容 · 李 亘 浩

## — 目 次 —

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

## I. 緒 論

1955年 Buonocore<sup>3)</sup>가 燐酸腐蝕에 依해서 琺瑯質 表面에 對한 아크릴릭 레진의 維持를 增強시킬 수 있다고 처음으로 發表한 以後, 酸腐蝕術은 腐蝕時間이나 腐蝕方法의 改善 및 아크릴릭 레진의 缺點을 補完한 複合레진의 使用과 함께 齒牙齦蝕症, 琺瑯質形成不全, 磨耗, 齒牙 破折 等の 審美的 修復, 齦蝕豫防을 爲한 溝와 裂溝의 密封, 動搖齒의 固定, 矯正領域에서 齒面에 對한 直接的인 裝置 附着, 繼續加工義齒의 維持 提供을 爲한 方法等 實在로 齒科 臨床의 各 分野에서 廣範圍하게 利用되고 있다.

Gwinnett와 Matsui<sup>7)</sup>는 이 같은 酸腐蝕에 依해서 琺瑯質에 微細孔을 形成한다고 報告하였고, Retief<sup>15)</sup>는 酸腐蝕이 琺瑯質 表面의 濕潤效果를 增大시킨다고 밝힌 바 있다.

酸腐蝕 後 나타나는 琺瑯質 表面의 腐蝕樣相에 對하여 Gwinnett<sup>3)</sup>와 Silverstone<sup>20)</sup>이 各各 類似한

所見을 記術하면서 세 가지 腐蝕類型 즉, 琺瑯稜柱 中心部가 選擇的으로 脫灰되고 稜柱 邊緣部는 그대로 殘存하는 第1型, 稜柱 邊緣部가 選擇的으로 消失되고 中心部는 그대로 殘存하는 第2型, 琺瑯稜柱 構造와는 關係없이 不規則한 狀態로 腐蝕되는 第3型으로 區分하였다.

燐酸 濃도가 레진의 結合力에 미치는 影響에 關하여 Nelson과 Till<sup>13)</sup>, Rock<sup>16)</sup>이 研究報告한 바 있으며, Silverstone<sup>19)</sup>은 30%~40% 燐酸溶液으로 1分동안 酸腐蝕시키는 것이 가장 效果的이고 均一한 腐蝕樣相을 나타낸다고 하였다.

酸 適用時間에 따른 腐蝕效果 및 레진 浸透程度에 關하여 Panlavan等<sup>14)</sup>, Brännström等<sup>2)</sup>이 報告하였고, 粘度가 다른 修復用 레진의 浸透에 關하여 Pahlavan等<sup>14)</sup>, 李<sup>1)</sup> 등이 報告하였으며, Jacobson<sup>12)</sup>은 複合레진을 腐蝕된 齒牙 表面에 附着시킬 때까지 所要된 操作時間의 長短에 따른 人工窩洞壁에 對한 適合度의 差異에 關하여 報告하였다.

Sheykhleslam等<sup>18)</sup>은 酸腐蝕된 乳齒 表面에 對한 레진 浸透程度에 關하여, Gwinnett<sup>9)</sup>는 酸腐蝕된 乳齒 表面에 對한 溝와 裂溝 密封材의 維持에 關하여 各各 永久齒와 比較하고 附着力 強化를 爲한 方法을 提示하였으며, Hinding과 Sveen<sup>11)</sup>은 永久齒에 比해 乳齒에서 腐蝕樣相이 多樣하게 나타난다고 밝히고 이는 琺瑯質 最外層의 構造와 成分의 差異때문이라고 報告한 바 있다.

酸의 種類, 酸濃度, 腐蝕時間等에 따른 腐蝕樣相 및 레진의 浸透程度에 關한 研究가 主로 永久齒에 實驗되어 報告되고 있으나 無稜柱層이 問題되는 乳齒에 對한 酸腐蝕 및 레진 浸透에 關한 研究가

稀少하므로 著者는 이에 着眼하여 乳前齒 琺瑯質 表面에 磷酸處理하여 나타나는 腐蝕樣相과 레진 浸透程度를 走査電子顯微鏡을 통하여 觀察한 바를 報告하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 實驗方法

本 實驗에서 使用된 齒牙는 上顎乳中切齒이고 生理的 食塩水에 保管하였다가 實驗時 齒冠 脣面을 流水에 洗滌하고 그리세린과 弗素가 包含되지 않은 pumice로 研磨後 물로 再洗滌하여 濕氣나 기름에 汚染되지 않은 壓縮 空氣로 乾燥시켜 다음과 같은 實驗群으로 分類하였다.

第1群은 研磨 (grinding) 實施 與否와 酸腐蝕適用 時間의 差異에 따른 酸腐蝕效果를 觀察키 爲한 例로써 다음과 같이 區分하였다.

第1群-1: 正常 齒牙 表面과 研磨한 表面의 境界部 觀察을 爲하여 冷却水를 使用하면서 diamond bur로 中間部에서 切斷部에 이르는 脣面 1/2을 近遠心 方向으로 約 0.3mm 削除하고 削除된 面을 고르게하기 爲해 paper disk로 문질러준 後 洗滌하고 壓縮 空氣로 乾燥시켰다.

第1群-2: 正常 齒牙 表面과 研磨한 表面 境界部에 對한 酸腐蝕 效果를 觀察키 爲하여 第1群-1과 같이 準備한 齒牙 試片을 CLEARFIL (composite resin, Morita 社, Japan)과 같이 包裝되어 供給되는 40% 磷酸溶液에 120秒 동안 酸腐蝕시킨 後 洗滌, 乾燥하였다.

第1群-3: 研磨를 施行치 않고 40% 磷酸溶液에 60秒, 90秒, 120秒, 180秒씩 各各 酸腐蝕시킨 後 洗滌, 乾燥시켰다.

第1群-4: 研磨를 施行한 後 40% 磷酸溶液에 60秒, 90秒, 120秒, 180秒씩 各各 酸腐蝕시킨 後 洗滌, 乾燥시켰다.

第2群: 第2群은 琺瑯質-레진 境界부의 2次元의 인 接着 狀態를 觀察키 爲한 例로써 第1群-1에서 行한 研磨를 脣面 全體에 實施한 後 40% 磷酸溶液에 90秒 酸腐蝕시킨 後 洗滌, 乾燥시키고 製造會社의 指示書에 따라 準備된 齒面에 上記된 複合레진을 附着시켰다.

레진의 硬化를 確認하고 齒牙-레진 試片을 water spray下에서 high speed를 利

用, 中間 脣面 部位에서 齒牙 長軸에 垂直되게 約 2mm의 두께로 橫으로 切斷하였다.

그 後 試片을 clear plastic (호마이카)에 埋沒하여 metallographic polishing wheel에서 過痕跡이 없어질 때까지 1 $\mu$ m의 알루미나粉末로 研磨한 後, 齒牙-레진 試片을 洗滌, 乾燥시켰다.

第3群: 第3群은 酸腐蝕된 琺瑯質 內로 浸透된 레진突起를 觀察키 爲한 例로써 第1群-1에서와 같이 脣面 全體에 研磨를 行한 後 30秒, 60秒, 90秒, 120秒, 180秒씩 各各 酸處理한 齒牙를 洗滌, 乾燥시키고 레진을 附着시켰다.

레진의 硬化를 確認하고 齒牙 長軸에 垂直으로 中間 脣面 部位에서 脫灰時間을 短縮키 爲하여 約 2mm 두께로 切斷한 後, 10% 鹽酸溶液에서 8時間 동안 齒質을 脫灰하여 酸腐蝕된 琺瑯質 表面을 複寫한 레진片을 얻은 後, 齒牙의 近遠心 中間에 該當하는 部分에서 3次元의으로 레진 浸透程度를 觀察하기 爲하여 破切하고 洗滌, 乾燥시켰다.

이와같이 各群에서 얻은 試片을 走査電子顯微鏡에서 觀察하기 爲하여 Conductive silver paint 로 Specimen mount에 附着시키고 Hummer-V (Technics Co.의 Sputtering coater)에서 白金으로 被複하여 Auto Scan. 149-10 (ETEC Co.의 SEM & EDAX)로 擴大觀察한 後 酸腐蝕에 依한 表面變化에 關해서는 Silverstone과 Gwinnett의 腐蝕類型을 參考하여 評價하였으며, 레진 浸透程度에 關해서는 附着시킨 레진片에서 나타난 레진突起의 長이를 測定하여 評價하였다.

## III. 實驗成績

本 實驗의 結果는 다음과 같다.

第1群-1: 平坦한 正常 琺瑯質 表面과 研磨方向에 따라 거칠게 削除된 研磨表面의 境界를 나타냈다. (Fig. 1 參照)

第1群-2: 研磨部位에서는 規則的인 多數의 琺瑯質柱突起를 보이고 있으나 研磨하지 않은 部位에서는 琺瑯稜柱 終末 出現이 不規則的이며 그 숫자도 顯著히 적은 比較的 平坦한 面을 나타냈고 研磨한 部位와 研磨

하지 않은 部位에서 琺瑯稜柱 邊緣이 選擇  
의므로 脫灰된 第2腐蝕類型을 보였다.

研磨部位에서 研磨에 依해 形成된 溝部  
分은 稜線部分보다 덜 明確하게 腐蝕되었  
다. (Fig. 2 參照)

群- 3 : 60秒 酸腐蝕시킨 境遇 全 琺瑯質 表面이  
均一하게 腐蝕되어 無수한 少窩를 나타내  
면서 琺瑯稜柱境界는 不分明한 第3腐蝕類  
型을 보였다. (Fig. 3 參照)

90秒 酸腐蝕시킨 境遇 稜柱構造가 나타  
나지 않았으며 많은 少窩를 包含하는 比較  
的 平坦한 部分과 매우 不規則한 陷沒들이  
混在한 第3腐蝕類型을 보였다. (Fig. 4 參  
照)

120秒 酸腐蝕시킨 境遇 琺瑯稜柱 邊緣은  
選擇의인 脫灰로 말발굽模様の 規則的인  
腐蝕樣相을 보였고, 稜柱中心部는 部分的  
으로 陷沒을 나타내며 少窩를 形成하고 있는  
比較的 平坦한 第2腐蝕類型을 보였다.  
(Fig. 5 參照)

180秒 酸腐蝕시킨 境遇 琺瑯稜柱 邊緣은  
殘存하며 稜柱中心部가 選擇의므로 溶解된  
벌집模様の 第1腐蝕類型을 나타냈다.  
(Fig. 6 參照)

群- 4 : 60秒 酸腐蝕시킨 境遇 全體의으로 無수  
한 少窩를 나타내면서 琺瑯稜柱 邊緣部位  
가 消失되는 第2腐蝕類型을 보였다. (Fig.  
7 參照)

90秒 酸腐蝕시킨 境遇 琺瑯稜柱 邊緣이  
選擇의므로 消失되고 稜柱中心部는 不規則  
한 圓錐形突起를 나타내면서 部分的으로는  
無수한 少窩와 鋸狀突起를 包含하는 部位  
가 混在한 第2腐蝕類型이 나타났다. (Fig.  
8 參照)

120秒 酸腐蝕시킨 境遇 全體의으로 琺瑯  
稜柱 邊緣이 腐蝕되는 類型을 보이면서 稜  
柱中心部와 邊緣部 사이가 역시 消失되어  
突出되면서 琺瑯稜柱를 區別하는 담과 같  
은 模樣을 나타낸 第2腐蝕類型을 보였다.  
(Fig. 9 參照)

180秒 酸腐蝕시킨 境遇 역시 琺瑯稜柱  
邊緣部가 脫灰되는 腐蝕類型을 보였으며  
試片 處理過程 中에 外力을 받아 그 酸腐  
蝕 特徵이 消失된 琺瑯稜柱가 部分的으로  
나타난 第2腐蝕類型을 나타냈다. (Fig. 10

參照)

第2群 : 腐蝕된 琺瑯稜柱 邊緣에 形成된 微細孔  
內로의 레진 浸透를 確認할 수 있었고 길  
이 測定에서 레진이 約  $4\mu\text{m} \sim 7\mu\text{m}$  程度  
琺瑯質內로 浸透되었다. (Fig. 11 參照)

第3群 : 30秒 腐蝕시킨 境遇 稜柱邊緣을 複寫한  
레진이 山脈의 稜線처럼 나타났으며 浸透  
는  $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$  程度였다. (Fig. 12 參照)

60秒 腐蝕시킨 境遇 若干의 規則性을 보  
이면서 稜柱邊緣을 複寫한 突起들이 나타  
났고 浸透는  $5\mu\text{m} \sim 7\mu\text{m}$  程度였다. (Fig.  
13 參照)

90秒 腐蝕시킨 境遇 역시 稜柱邊緣을 複  
寫한 突起들이 나타났고 突起模樣이나 길  
이에 있어 變化를 보였으며 浸透는  $5\mu\text{m}$   
 $\sim 8\mu\text{m}$  程度였다. (Fig. 14 參照)

120秒 腐蝕시킨 境遇 稜柱邊緣을 複寫한  
突起模樣이 매우 規則的이고 길이도 比較  
的 一定하게 나타났으며 浸透는  $6\mu\text{m} \sim 7$   
 $\mu\text{m}$  程度였다. (Fig. 15 參照)

180秒 腐蝕시킨 境遇 突起의 길이와 模  
樣이 120秒 腐蝕例와 類似하면서  $6\mu\text{m} \sim$   
 $7\mu\text{m}$  程度의 浸透를 보였다. (Fig. 16 參照)

## V. 總括 및 考察

最近 齒科 臨床 分野에서 利用되고 있는 酸腐蝕  
術은 齒牙의 琺瑯質이나 象牙質에 一定한 時間동안  
酸處理하여, 그 表面에 機械的인 維持形態 形成을  
增加시키려는데 目的이 있다.

酸腐蝕에는 30%~50%의 磷酸溶液이 주로 使用  
되고 있으며, 60秒 동안 50% 磷酸溶液을 齒牙 表  
面에 適用한 後 SEM으로 觀察하면 酸腐蝕하기 前  
의 平滑하고 外形上 거의 特色이 없는 琺瑯質 表面  
에 酸이 浸透하여 多數의 微細孔을 形成한다고 한  
다.

이렇게 酸腐蝕된 表面에 레진을 附着시키면 形成  
된 微細孔 內로 浸透된 레진은 稜柱와 類似한 突起  
模樣으로 硬化하므로써 齒牙와 機械的 維持를 얻게  
된다고<sup>7)</sup> 하였고, 따라서 酸腐蝕은 齒牙에 對한 레  
진의 結合強度를 增強시킨다고<sup>6), 21)</sup> 報告하였다.

그러나 乳齒 琺瑯質은 磷灰石結晶이 한 方向으로  
排列되어 其 構造가 缺如된  $20\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 의 均質  
한 模層인 無稜柱層이 덮고 있기 때문에 乳齒에 對  
한 레진의 結合力이 永久齒에 比하여 弱하다고<sup>5), 18</sup>

報告한 바 있다.

Eidelman<sup>5)</sup>은 乳齒 表面을 市販되고 있는 腐蝕液으로 1分에서 3分까지 腐蝕시킨 結果 稜柱 構造와 關聯되지 않은 매우 粗雜한 小孔을 不規則하게 形成한다고 하였으며, Sheykhholeslam과 Buonocore<sup>18)</sup>는 50% 磷酸液으로 2分間 乳齒 表面을 腐蝕하여 위와 같은 腐蝕類型을 역시 觀察한 바 있고, Gwinnett<sup>10)</sup>도 50% 磷酸으로 1分間 無稜柱層을 腐蝕하여 稜柱 構造와는 無關하게 무수한 小窩를 나타내고 表面積만 增加시킨 腐蝕樣相을 報告하였고, 本 研究에서도 微細孔이 缺如된 이같은 無稜柱層의 腐蝕樣相을 研磨하지 않고 60秒, 90秒間 酸腐蝕시킨 例에서 觀察한 바, 乳齒 琺瑯質의 最外部 一層은 레진 維持에 바람직하지 못한 腐蝕樣相을 出現시키는 層임을 나타내었다.

따라서 無稜柱層의 除去를 爲하여 酸腐蝕時間을 延長하거나 酸腐蝕前에 琺瑯質의 最外部 一層을 機械적으로 研磨하고 酸腐蝕시키는 方法을 提起하였는데<sup>5), 18)</sup>, 本 研究에서는 研磨하지 않고 120秒, 180秒로 酸腐蝕時間을 延長한 例와 研磨를 施行한 후 酸腐蝕시킨 모든 例에서 稜柱 構造와 關聯된 多數의 微細孔이 規則적으로 出現함으로써 無稜柱層이 除去되었음을 觀察하였다.

또한 本 研究에서 研磨하지 않고 酸腐蝕만 適用한 例에서는 120秒 以上에서, 研磨後 酸腐蝕을 適用한 例에서는 60秒 以上에서 各各 効果的인 腐蝕樣相을 나타냄으로써 研磨를 施行하면 酸腐蝕時間을 短縮시킬 수 있음을 뒷받침하였고, Conniff<sup>4)</sup>는 研磨하거나 研磨하지 않은 乳齒 表面에 50% 磷酸液으로 1分間 腐蝕한 後 接着된 레진의 抗長結合強度를 測定하여 研磨하지 않은 表面에서는 平均 1980Psi를, 研磨한 表面에서는 平均 2681Psi를 報告함으로써 研磨에 依하여 無稜柱層이 除去되면 레진의 結合強度가 增加될 수 있음을 밝힌 바 있다.

酸腐蝕에 依하여 나타나는 腐蝕類型에 對하여 Sheykhholeslam과 Buonocore<sup>18)</sup>는 50% 磷酸을 永久前齒 表面에 1分間 適用하여 第1, 2, 3 腐蝕類型이 모두 出現하였음을 報告하였고, Pahlavan等<sup>14)</sup>은 50% 磷酸을 永久前齒에 1分과 2分間 適用시켜서 第1, 第2 腐蝕類型이 나타났음을 複寫레진片的 模樣에서 報告하였고, Silverstone等<sup>20)</sup>도 20%~70%의 磷酸과 1, 0.1, 0.001N의 乳酸을 1分에서 10分까지 小臼齒에 適用하여 第1, 2, 3 腐蝕類型을 觀察함으로써 特定 酸에만 나타나는 腐蝕類型은 없다고 밝힌 바 있는데, 40% 磷酸을 使用한 本 研究

에서도 第1型은 研磨後 酸腐蝕시킨 例에서, 第2型은 研磨하지 않고 180秒 酸腐蝕시킨 例에서, 第3型은 研磨하지 않고 60秒, 90秒間 酸腐蝕시킨 例에서 各各 나타남으로써 特定한 腐蝕類型으로만 腐蝕되지 않았다.

이와 같이 腐蝕樣相이 多樣하게 나타나는 것은 酸에 對한 琺瑯質의 溶解性, 齒牙의 化學的 造成, 磷灰石結晶 排列에 依한 形態의 差異 등과 같은 齒牙自體의 內在的 要因때문이라고 Sharpe<sup>17)</sup>가 主張한 바 있다.

酸腐蝕된 琺瑯質 表面에 對한 레진 浸透에 關하여 Gwinnett等<sup>10)</sup>은 乳齒에서 25 $\mu$ m의 浸透를, Voss等<sup>21)</sup>은 研磨하지 않은 永久前齒와 犬齒에서 5 $\mu$ m~10 $\mu$ m의 浸透를, 李<sup>3)</sup>는 研磨하거나 하지 않은 狀態로 1分 혹은 2分間 酸腐蝕된 永久前齒에서 5 $\mu$ m~8 $\mu$ m의 浸透를, Pahlavan等<sup>14)</sup>은 研磨하거나 하지 않은 永久前齒에 50% 磷酸으로 1分 혹은 2分間 酸腐蝕後 3種의 레진을 附着시켜서 5 $\mu$ m~10 $\mu$ m의 浸透를 報告한 바, 이같은 레진 浸透程度의 差異는 附着시킨 레진의 粘度, 酸腐蝕된 表面에 混合된 레진을 附着시킬 때까지 所要된 時間, 레진 突起 깊이를 觀察하는 顯微鏡의 種類 등에 起因한다고 생각된다.

Pahlavan等<sup>14)</sup>, Brännström等<sup>2)</sup>, 李<sup>3)</sup> 등은 酸腐蝕前에 永久齒 表面을 研磨하거나 하지 않은 例에서 生成된 레진突起의 模樣과 깊이는 類似하다고 報告하였으며, Pahlavan等<sup>14)</sup>과 李<sup>3)</sup>는 永久前齒를 對象으로 1分과 2分間 酸腐蝕後 附着시킨 레진의 浸透程度에는 差異가 없다고 하였고, Smutka等<sup>21)</sup>은 研磨한 乳齒에서 1, 2, 4分間 酸腐蝕後 附着시킨 레진의 結合力에는 큰 差異가 없다고 報告한 바 있고, 本 研究에서는 研磨後 1分에서 3分까지 酸腐蝕시킨 例에서 5 $\mu$ m~8 $\mu$ m의 類似한 浸透를 보인바, 이는 研磨에 依하여 無稜柱層이 除去된 乳齒 表面이나 正常的인 永久齒 表面을 一定 時間 以上 酸腐蝕하면 레진 浸透程度에 差異가 없음을 나타낸 것으로 思料된다.

따라서 一定 時間 以上으로 酸腐蝕을 延長하는 것은 레진 浸透程度에는 도움이 組織 喪失을 擴大시키는 등의 좋지않은 結果만을 招來할 수 있으므로, 酸腐蝕時間의 延長에 依하건 研磨에 이은 酸腐蝕을 施行하건 間에 無稜柱層을 完全히 除去하고 레진 維持에 相當한 腐蝕樣相을 나타낼 수 있는 可能的 짧은 酸腐蝕時間의 利用이 바람직하다고 思料된다.

者는 乳齒에서 問題되는 無稜柱層이 除去되는 時間의 範圍, 酸腐蝕 前의 齒面處理 方法, 齒 表面에 對한 레진 維持를 強化시킬 수 있는 中 合劑의 使用 等에 關한 研究가 더욱 必要하다 생각된다.

## V. 結 論

者는 上顎乳中切齒를 對象으로 研磨하거나 研 磨하지 않은 狀態로 60秒, 90秒, 120秒, 180秒씩 ; 磷酸으로 腐蝕시켜 나타난 表面 變化와, 研磨 表面에 30秒, 60秒, 90秒, 120秒, 180秒씩 酸 蝕後 레진을 附着시켜 齒冠의 中間部에서 約 2mm 두께로 切斷한 後 10% 鹽酸溶液에서 齒質을 脫 하여 얻은 複寫레진片에서 나타난 레진突起를 走 行顯微鏡에서 觀察한 結果 다음과 같은 結論을 得었다.

研磨하지 않은 乳齒 表面은 酸腐蝕시킨 結果 多樣한 腐蝕類型을 나타내었다.

酸腐蝕에 依해서만 規則적인 微細孔을 出現시 키기 爲해서는 120秒 以上이 要求되었다.

研磨한 乳齒 表面에서는 酸腐蝕時間에 關係없 이 珐瑯稜柱 邊緣部 脫灰를 보이는 腐蝕類型으 로만 腐蝕되었다.

레진 浸透는 研磨를 施行한 齒牙에서 60秒 以 上 180秒까지 腐蝕시킨 境遇 5 $\mu$ m~8 $\mu$ m程度 였다.

## REFERENCES

李昇鍾: 酸腐蝕處理된 齒牙表面에 對한 複合레 진의 浸透에 關한 研究. 大韓齒科保存學會誌, 5: 7-12, 1979.

Brannström, M., Nordenvall, K.J., and Malmgren, O.: The effects of various pre-treatment methods of the enamel in bonding procedure. *Am. J. Orthod.*, 74:522-530, 1978.

Buonocore, M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, *J. Dent. Res.*, 34(12):849-853, 1955.

Conniff, J.N.: Preparation of primary

tooth. enamel for acid conditioning. *J. Dent. Child*, 43:41-43, 1976.

5. Eidelman, E.: The structure of the enamel in primary teeth; practical applications in restorative techniques. *J. Dent. Child*, 43:36-40, 1976.

6. Goodman, B.D., and Gwinnett, A.J.: A comparison of laser and acid-etched enamel using scanning electron microscopy. *Archs Oral Biol.*, 22:215-220, 1977.

7. Gwinnett, A.J., and Matsui, A.: A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesives. *Archs Oral Biol.*, 12:1615-1620, 1968.

8. Gwinnett, A.J.: Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. *Archs Oral Biol.*, 16:731-738, 1971.

9. Gwinnett, A.J.: Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. *Archs Oral Biol.*, 18:441-444, 1973.

10. Gwinnett, A.J., and Ripa, L.W.: Penetration of pit and fissure sealants into conditioned human enamel in vivo. *Archs Oral Biol.*, 18:435-439, 1973.

11. Hinding, J.H., and Sveen, O.B.: A scanning electron microscope study of the effects of acid conditioning on occlusal enamel of human permanent and deciduous teeth. *Archs Oral Biol.*, 19:573-576, 1974.

12. Jacobson, P.H.: Working time of polymeric restorative materials. *J. Dent. Res.*, 55(2):244-251, 1976.

13. Nelson, S.R., Till, M.J., and Hinding, J.H.: Comparison of materials and methods used in acid-etch restorative procedure, *J.A.D.A.*, 89:1123-1127, 1974.

14. Pahlavan, A., Pennison, J.B., and Charbeneau G.T.: Penetration of restorative resins into acid-etched human enamel, *J.A.D.A.*,

- 93(12):1170-1176, 1976.
15. Retief, D.H.: Effects of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. *J. Dent. Res.*, 52:333-341, 1973.
  16. Rock, W.P.: The effect of etching of human enamel upon bond strengths with fissure sealant resins. *Archs Oral Biol.*, 19:873-877, 1974.
  17. Sharpe, A.N.: Influence of crystal orientation in human enamel on its reactivity to acid as shown by high resolution micro-radiography. *Archs Oral Biol.*, 12:583-587, 1967.
  18. Sheykholeslam, Z., and Buonocore, M.G.: Bonding of resins to phosphoric acid-etched enamel surfaces of permanent and deciduous teeth. *J. Dent. Res.*, 51:1572-1576, 1972.
  19. Silverstone, L.M.: Fissure sealants-laboratory studies. *Caries Res.*, 8:2-26, 1973.
  20. Silverstone, L.M., Saxton, C.A., Dogo I.L., and Fejerskov, O.: Variation in the pattern of acid etching of human dent enamel examined by S.E.M. *Caries Res.* 9:373-387, 1975.
  21. Smutka, S., Jedrychowski, J., and Caput A.: An evaluation of primary enamel pretreatments and their effects on resin restoration. *J. Dent. Res.*, 57:796-799, 1978.
  22. Voss, J.E., and Charbeneau, G.T.: A S.E.M. comparison of three methods of bonding resin to enamel rod ends and longitudinal cut enamel. *J.A.D.A.*, 98:384-389, 1977.

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE ETCHING PATTERNS AND  
THE PENETRATION OF THE COMPOSITE RESIN TO HUMAN  
DECIDUOUS ENAMEL ETCHED WITH PHOSPHORIC ACID

Wan Young Shin, Keung Ho Lee

*Dept. of Pedodontics, Division of dentistry, Kyung Hee University.*

In one group that tested for the effects of grinding and etching on the deciduous teeth, S.E.M. examination on the ground or unground labial surface of deciduous maxillary central incisors were made after etching procedure with 40% phosphoric acid for 60 secs., 120 secs., 180 secs. each.

In another group that tested for the degree of resin penetration to the ground and etched deciduous teeth, composite resin application was done to the ground deciduous maxillary central incisors that had been acid-etched for 30 secs., 60 secs., 90 secs., 120 secs., 180 secs. each.

The tooth-resin specimens were cut at the middle 1/3 of the crown by 2mm thickness, and the adjacent tooth materials were demineralized by 10% hydrochloric acid, the author observed the tags of the resin replica with S.E.M..

Following results were obtained.

1. After 40% phosphoric acid etching, the unground deciduous enamel surface showed various types of etching pattern.
2. For the formation of regular micropores on deciduous enamel surface by acid etching with 40% phosphoric acid, the time over 120 secs. should be requested.
3. After 40% phosphoric acid etching, the ground deciduous enamel surface showed the same etching pattern that has been a preferential removal of prism peripheries despite different etching time.
4. On the ground group that etched over 60 secs. to 180 secs., the length of tags was 5 $\mu$ m to 8 $\mu$ m, with a mean of 7 $\mu$ m.

## EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1. Enamel surface, showing the borderline between ground and unground enamel. Note featureless appearance on unground surface. (Acid liquid was not used; X 1,000)
- Fig. 2. Enamel surface with etching, showing the borderline between ground and unground enamel. The number of enamel rod end on the ground surface is relatively larger than that of unground surface. (40%  $H_3PO_4$ , 120 secs.; X 300)
- Fig. 3. A Type 3 etching pattern is seen in which there is little evidence of prism delineation. The surface topography shows a generally pitted character. (unground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 60 secs.; X 2,000)
- Fig. 4. The surface shows a Type 3 etching pattern in which there appears to be a random pattern of damage which is difficult to relate to prism structure. (Unground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 90 secs.; X 1,500)
- Fig. 5. A Type 2 etching pattern is seen in which prism peripheries have been removed preferentially. (Unground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 120 secs.; X 4,000)
- Fig. 6. A Type 1 etching pattern is seen in which prism rod cores have been removed preferentially. Notice distinct honey-comb pattern. (Unground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 180 secs.; X 2,000)
- Fig. 7. All prisms show a Type 2 etching pattern in which the prism cores are left relatively intact, with a preferential loss of prism peripheries. (Ground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 60 secs.; X 3,000)
- Fig. 8. A Type 2 etching pattern is seen in which some areas show small pitted smooth surface, other areas show selectively demineralized prism peripheries. (Ground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 90 secs.; X 2,000)
- Fig. 9. A Type 2 etching pattern is seen in which the pattern is characterized by a preferred dissolution of a zone in each prism between the core and the sheath leaving this structure rising. (Ground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 120 secs.; X 2,000)
- Fig. 10. A Type 2 etching pattern is also seen in which some areas show flattened cornical rod projection caused by a outer force after etching procedure. (Ground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 180 secs.; X 1,500)
- Fig. 11. Intimate interfacial contact between resin adhesive and conditioned enamel surface. Notice filler particles within resin. (Ground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 90 secs.; X 1,000)
- Fig. 12. Composite resin replica of etched labial surface of primary incisor. Enamel has been demineralized for three-dimensional observation. Notice shallow resin penetration. (Ground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 30 secs.; X 1,500)
- Fig. 13. Composite resin replica, revealing voids corresponding to prism cores, indicating dissolution of the prism peripheries. Tags are relatively longer and regular in shape than that of Fig. 12. (Ground tooth; 40%  $H_3PO_4$ , 60 secs.; X 1,500)



- Fig. 14. Composite resin replica. The pattern is inconsistent and form a variety of shapes ranging from thin and short swordlike tags to more long blunted and round projections. (Ground tooth; 40% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 90 secs.; X 1,500)
- Fig. 15. Composite resin replica. The length and shape of tags are very consistent. Notice cup shaped appearance of tags. (Ground tooth; 40% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 120 secs.; X 1,500)
- Fig. 16. Composite resin replica, revealing very similar tag length and shape as in Fig. 15. (Ground tooth; 40% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 180 secs.; X 1,500)



