

磷酸 ESTER系 接着性 시멘트의 齒髓反應에 關한 實驗的 研究

慶熙大學校 齒科大學 補綴學 教室

李慧永 · 崔大均 · 崔富昌 · 朴南洙

- 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 및 說明

I. 緒 論

齒質의 缺損部에 對한 修復의 目的으로 使用되는 齒科材料는 齒髓에 刺戟을 주지 않고 齒牙 固有機能을 回復시킬 수 있어야 하며 修復物의 合着을 위한 齒科用 시멘트는 齒質과 높은 結合性을 가지고 있어야 한다.

이중 特히 레진系 材料는 上記의 條件들을 充足시킬 만한 優秀한 操作性과 審美性, 材料學의 性質들을 가지고 있는 材料이다.

現在 이들 레진系 材料는 充填 修復의 目的뿐만 아니라 既存 시멘트가 가지고 있었던 材料의 缺點을 補完한 合着用 시멘트로써도 널리 使用되고 있으며, 그 가장 큰 特徵은 시멘트의 短點이었던 唾液에 對한 溶解性과 齒牙 및 金屬材料間의 合着性의 改善이라 하겠다.

最近 開發된 레진系 시멘트로는 石英 유리纖維와 amine으로 構成된 粉末과 磷酸 ester monomer, 過氧化物등으로 構成된 溶液으로 이루어진 시멘트를 비롯하여¹⁾ 4-META(4-Methacryloxyethyl Trimellitate Anhydride) 含有된 MMA(Methyl methacrylate)-TBB(Tri n-butyl borane) · 0系 시멘트^{1,2)}, 4-META 含有 MMA-TMPTMA(Trimethylol propane trimethacrylate)系 시멘트^{3,4)} 등이 紹介되고 있다.

이 중 磷酸 ester系 시멘트는 超微粒子로 된 粉末과 非揮發性의 液劑, 高粘度를 갖는 腐蝕劑등 모두 뛰어난 長點을 가지고 있고 嫌氣性 硬化를 위한 oxyguard등을 使用하고 있어 齒質 및 金屬材料에 대한 接着性이 높고 非薄性이 優秀하며 餘分의 레진除去가 容易하고 耐久性이 強해 인레이를 비롯하여 일부 被覆齒冠, 鑄造冠, 接着架工義齒, 陶材冠 및 硬레진의 修復에 까지 널리 使用되고 있다.⁵⁾

그러나, 이러한 長點에도不拘하고 레진系 시멘트는 齒髓鎮靜效果나 刺戟증상의 治療效果가 없어⁶⁾ 齒髓에 近接된 窩洞이나 支台齒에는 조심스럽게 使用하여야 한다는 점과 他 레진과 마찬가지로 腐蝕劑의 使用이 必須的이라는 점에서 齒髓保護에 格別한 注意를 기울여야 할 것이다.

이에 著者는 레진系 시멘트의 齒髓에 대한 影響을 研究할 目的으로 成犬의 小白齒를 使用하여 窩洞形成후 腐蝕劑를 塗布하고 直接 磷酸 ester系 시멘트를 充填함으로써 Ca(OH)₂로 裏裝한 후 腐蝕 充填한 境遇와 比較觀察한 바 多少의 知見을 얻었기에 이를 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

A. 實驗材料

實驗材料로는 粉末과 液劑의 接着劑와 腐蝕劑, oxyguard등으로 構成된 磷酸 ester系 시멘트인 日本 Kuraray社의 Panavia EX와 裹裝材로 Ca(OH)₂ (美國 Caulk社의 Dycal)을 使用하였고 實驗動物로는 齒牙의 크기와 年齡을 類似하게 하기 위해 永久齒의 齒根形成이 完成된 6個月된 雄性 成犬을 使用하였으며, 14頭를 實驗群으로, 1頭를 對照群으로 設定하였으며 모두 同一한 飼料와 一定한 條件下에서 飼育하였다.

B. 實驗方法

實驗動物는 無處置群을 對照群으로 하였고 實驗群의 動物는 pentobarbital sodium(30mg/kg체중)으로 靜脈內 注射하여 全身麻酔시켰으며 上顎 左右側 第一 小白齒를 擇하여 頰側面에 回轉速度 200,000 R. P. M.의 高速엔진을 使用하여 空氣와 물의 噴射方法으로 冷却시키며 No.57 fissure bur로 깊이 2 mm, 直徑 3mm의 均一한 5급 窩洞을 形成하였다.

窩洞은 唾液의 汚染을 防止하기 위해 生理 食鹽水로 洗滌한 후 乾燥시키고 綿棒을 使用하여 齒牙를 隔離시켰다.

實驗群은 左右側 齒牙를 두 群으로 나누어 實驗 1群은 裹裝하지 않았고 實驗 2群은 Ca(OH)₂로 裹裝하였다.

實驗群은 두 群 共히 窩洞에 붓으로 腐蝕劑를 塗布한 후 60초후에 充分히 水洗하고 乾燥시켰다.

시멘트의 充填은 通法에 따라 使用前에 粉末을 가볍게 흔들어 부속의 計量컵으로 한 컵을 取한 후 混合紙위에 놓고 液容器를 垂直으로 세워 2방울을 떨어 뜨린다음 粉末이 흩어지지 않도록 注意하면서 全量을 液과 混合하였다.

1分間 混合하여 매우 滑濁하게 된 混合物을 窩洞內에 充填하였고 붓을 使用하여 過剩 混合物을 除去한 다음 oxyguard를 塗布하였으며 6分後 水洗하였다.

이들 實驗群은 實驗後 共히 2時間, 15時間, 3日, 1週, 2週, 4週, 6週에 各各 2頭씩, 對照群 1

頭와 함께 pentobarbital sodium으로 全身麻酔시킨 후 總頸動脈과 頸靜脈을 通해 10% 中性 formalin 溶液으로 管流固定하여 희생시켰으며 즉시 디스크를 使用하여 實驗齒牙를 切取한 後 齒根端部를 切斷하고 10% 中性 formalin 溶液에 담가 24時間 再固定을 實施하였다.

固定된 組織은 水洗後 10% 窒酸과 10% formalin 溶液을 混合한 脫灰溶液內에서 8週間 脫灰한 뒤 通法에 따라 paraffin에 包埋하여 4 μ의 薄片을 製作한 後 Hematoxylin-Eosin(H-E) 重染色과 Van Gieson染色, Gomori's 鍍銀染色을 施行하여 40~400倍率로 檢鏡하였다.

III. 實驗成績

A. 對照群

正常象牙細管을 갖는 象牙質과 一定한 두께의 前象牙質로 構成되어 있었으며 象牙質 內側의 造象牙細胞層은 긴 圓柱細胞로 緻密하게 排列되어 있었다.

造象牙細胞는 核이 基部로 치우쳐 位置하고 있었으며 2~4層으로 重疊되어 나타나고 細胞로부터 前象牙質, 象牙細管에 까지 細胞突起가 延長되어 있었다.

齒髓의 組織 깊은 곳은 多細胞性으로 血管을 갖는 結締織으로 構成되어 있으며 이들은 細胞間 物質과 纖維에 의해 서로 分離되어 星狀細胞의 形態로 存在하였다.

B. 實驗 1群

1. 實驗後 2時間群

造象牙細胞는 甚하게 萎縮되었고 서로 무리를 짓게 되어 排列이 매우 不規則하였고 細胞間의 境界가 不分明하며 細胞質은 甚한 顆粒狀을 띠고 核은 濃縮되어 濃染된 像이 觀察되었다.

또한 造象牙細胞層은 部分的으로 細胞와 象牙質 壁사이의 齒髓-象牙質膜이 損傷됨에 따라 甚한 缺損部를 보이고 浮腫狀을 보여 象牙質로부터 部分的으로 剝離되었으며 이 部位에 弛緩된 毛細血管이 지나고 있고 全般的으로 두께가 減少된 所見을 보였다(Fig. 1 참조).

2. 實驗後 15時間群

造象牙細胞는 더욱 萎縮되었고 細胞質이 더욱 甚한 顆粒狀을 띠었으며 核은 濃縮되었고 細胞突起는 變性되었으며 細胞數가 多少 減少하였다.

鍍銀法에 染色되는 好銀性 纖維는 Weil帶에 網狀으로 排列되어 齒髓組織으로 부터 象牙質에 이르기까지 連結되고 있었다(Fig. 3 참조).

3. 實驗後 3日群

造象牙細胞는 甚하게 變性되었고 濃縮된 核들이 前象牙質 細管内, 혹은 象牙質으로 移動되었으며 細胞數가 상당히 減少되어 造象牙細胞層의 두께가 매우 얇아졌다.

齒髓側 象牙質에는 hematoxylin에 染色되는 外傷性 石灰化線이 觀察되었다(Fig. 5 참조).

4. 實驗後 1週群

매우 不規則한 造象牙細胞層內로 弛緩된 많은 毛細血管이 走行하며 細胞間隔에 水泡를 形成하며 浮腫狀을 나타냈고 造象牙細胞層 下部에는 소수의 未分化細胞가 分布하기 시작하였으며 前象牙質帶가 不規則하게 나타났다.

鍍銀法에 染色되는 好銀性 纖維는 Weil帶에 網狀으로 緻密하게 나타났으며 여전히 齒髓組織으로 부터 象牙質에 까지 連結되고 있었다(Fig. 9 참조).

5. 實驗後 2週群

不規則한 造象牙細胞間과 造象牙細胞層 下部에 甚한 浮腫狀을 보이고 있었고 造象牙細胞層 下部에는 未分化細胞와 類纖維芽細胞가 多類 觀察되었으며 前象牙質帶는 여전히 不規則하였다(Fig. 10 참조).

6. 實驗後 4週群

새로 分化된 纖維芽細胞가 象牙質內壁에 不規則하고 엉성하게 排列하였으며 不規則하게 前象牙質 基質을 形成하여 前象牙質帶가 肥厚되었고 齒髓-象牙質膜이 不完全하게 再生되기 시작하였으며 造象牙細胞層 下部에는 많은 잘 分化된 纖維芽細胞와 類造象牙細胞가 象牙質을 向하여 不規則하게 排列되어 있었다(Fig. 12 참조).

7. 實驗後 6週群

核의 極性을 갖지 못한 未成熟 造象牙細胞가 造象牙細胞層에 不規則하게 排列되어 있었으며 齒髓-象牙質膜은 再生되는 所見을 보였고 造象牙細胞層과 齒髓組織과의 境界가 不分明해졌다.

鍍銀法에 의한 染色에서는 外傷性 石灰化線 下部

의 象牙細管이 好銀性으로 濃染되어 齒髓壁을 따라 濃染帶를 形成하였으며 Weil帶의 好銀性 纖維는 거의 正常으로 回復되었고 여전히 齒髓와 象牙質로 連續되어 있었다(Fig. 15 참조).

C. 實驗 2群

1. 實驗後 2時間群

造象牙細胞는 排列이 微弱하게 不規則해졌고 細胞가 萎縮됨에 따라 象牙質側에 水泡를 形成하며 浮腫狀을 나타냈다.

그러나 造象牙細胞層 下部에는 橢圓形의 未分化細胞가 여러 層으로 密集되어 나타났다.

鍍銀法에 의한 好銀性 纖維는 Weil帶에 서로 網狀을 이루며 齒髓組織으로 부터 象牙質에 까지 連結되고 있었다(Fig. 2 참조).

2. 實驗後 15時間群

象牙質側의 造象牙細胞突起는 甚하게 萎縮되어 커다란 水泡를 形成하였으나 齒髓-象牙質膜은 部分的으로 損傷되었을 뿐 大體로 連續되어 있었고 造象牙細胞層內에는 弛緩된 毛細血管이 觀察되었다.

造象牙細胞層 基底部에는 核이 크고 無定形의 未分化細胞로 부터 잘 分化된 纖維芽細胞에 이르기까지 매우 多樣한 細胞가 서로 混合되어 密集되어 있었다(Fig. 4 참조).

3. 實驗後 3日群

象牙質側 造象牙細胞는 變性되어 커다란 水泡를 갖는 浮腫現象을 보였으나 齒髓側에는 잘 分化된 纖維芽細胞와 類造象牙細胞가 混合되어 多數 觀察되었으며 既存 造象牙細胞의 消失에 의해 全般的인 造象牙細胞層의 細胞數는 減少되었다(Fig. 6 참조).

4. 實驗後 1週群

造象牙細胞層의 細胞數는 더욱 減少하였으며 象牙質側에서도 水泡現象이 若干 減少하였고 齒髓側에는 잘 分化되고 核이 基底部에 位置한 圓柱形의 造象牙細胞가 울타리狀으로 再排列되었으며 齒髓-象牙質膜이 뚜렷이 再生되었고 齒髓 結締織과의 境界가 明確해졌다.

鍍銀法에 染色되는 網狀의 好銀性 纖維는 象牙質側으로 密集되어 나타남에 象牙質까지의 連續性은 繼續 維持되었다(Fig. 7, 8 참조).

5. 實驗後 2週群

잘 分化된 造象牙細胞가 規則적으로 再排列되었

으며 齒髓-象牙質膜이 不分明해지며 微弱하게 Van Gieson染色에서 붉게 染色되는 修復象牙質의 纖維性基質이 形成되기 시작하였고 造象牙細胞層內에는 여전히 弛緩된 毛細血管이 走行하고 있었다(Fig. 11 참조).

6. 實驗後 4週群

變性되었던 造象牙細胞는 거의 消失되었으며 잘 分化된 造象牙細胞로 부터 Van Gieson染色에 붉게 染色되는 纖維性 基質이 象牙質 內面에 廣範圍하고 不規則하게 生成되었고 이 部分의 齒髓-象牙質膜은 消失되었으며 生成된 纖維性 基質內에 數個의 核殘渣가 殘存되어 있었다.

造象牙細胞層에서는 弛緩된 毛細血管이 觀察되었다(Fig. 13, 14참조).

7. 實驗後 6週群

窩洞下부의 象牙質에는 外傷性 石灰化反應으로 好鹽基性的 濃染帶가 觀察되었고 그 下部로 두꺼운 修復象牙質이 不規則한 象牙細管을 가지고 形成되었다.

修復象牙質中 가장 肥厚된 部分의 齒髓-象牙質膜은 再生되어 뚜렷한 連續性을 보이고 있었고 그 下部에는 濃縮된 核을 가진 立方形的 造象牙細胞가 2~3層으로 排列되어 있었다.

그러나 修復象牙質과 正常象牙質과의 移行部の 象牙質 內面은 여전히 齒髓-象牙質膜이 再生되지 않은 채 繼續 象牙質 形成을 하고 있었고 造象牙細胞도 突起를 갖는 圓柱形的 形態로 排列되어 있었다(Fig. 16참조).

IV. 總括 및 考按

物理的 및 化學的 刺戟 또는 細菌에 의해 損傷받은 齒牙를 보다 理想的으로 回復시켜 주려는 努力은 오래 전부터 進行되어 왔다.

理想的인 治療는 齒科 治療中이나 治療後에 여러 가지 條件이 生理的이어야 하고 特히 治療 結果나 使用된 材料에 의한 不必要한 損傷으로부터 齒髓를 保護해 주어야 한다.¹⁹⁾

그러나 窩洞形成時나 支台齒 形成時 修復物의 製作을 위한 印象, 修復物의 適合 및 接合등으로 Tome's纖維質의 機械的인 損傷 또는 修復 材料나 藥劑등에 의한 毒作用, 熱發生등에 의해 齒髓에 刺戟

을 招來할 수 있다.^{20, 21)}

本 實驗에서 5급 窩洞形으로 Tome's 纖維質의 切斷程度 및 齒髓에 加해지는 刺戟程度를 一定하게 하기 위하여 窩洞의 넓이와 깊이를 同一하게 하였고 熱發生을 最少로 하기 위하여 窩洞形成時에 空氣와 물의 噴射法으로 冷却하였다.²²⁾

最近 開發되어 使用되고 있는 레진系 接着性 시멘트들은 그 接着性이나 審美性은 매우 優秀하게 評價되고 있으나 齒髓에 대한 危害성은 아직도 많은 論難의 對象이 되고 있어 이에 對한 齒髓保護策은 매우 重要하리라 생각된다.

더우기 이러한 材料들은 臨床的으로 耐久性을 높이고 象牙質의 削除量을 最少로 하면서도 修復物의 維持力을 增加시키기 위해 磷酸 또는 구연산등의 酸性 腐蝕劑로 削除面을 處理하게 된다.^{7, 10)}

이 酸性 腐蝕劑는 窩洞形成時에 생긴 窩洞壁의 殘留物을 除去해 주는 役割을 하며 象牙細管 周圍 象牙質을 溶解시킴으로써^{17, 23)} 레진溶液이 잘 浸透될 수 있게 하며 窩洞과 레진 充填物과의 사이에서 細菌이 成長하지 못하도록 해주는 長點이 있으나⁹⁾ 酸腐蝕劑와 充填物 自體의 毒性性분이 齒髓에 쉽게 到達할 수 있다는 커다란 短點도 가지고 있다.

腐蝕劑에 의한 齒髓의 反應에 對한 研究로는 Inokoshi등(1982)²⁰⁾과 Fusayma등(1979)¹⁰⁾ Heida 등(1978)¹⁹⁾의 磷酸 또는 구연산으로 齒質을 腐蝕시킨後 接着性 修復레진을 接着시켜 이들 材料가 齒髓 刺戟이 微弱하거나 없다고 報告하였다.

또 Lipke등(1979)²⁴⁾도 磷酸 腐蝕劑를 琺瑯質에 適用時 齒髓에 無害함을 報告하였고 Stanley등(1979)²⁵⁾은 腐蝕劑를 象牙質에 適用하였을 境遇 齒髓에 甚한 損傷을 招來하였다고 報告하였고 Eriksen(1976)¹³⁾과 Trefz(1974)²⁶⁾, Eriksen(1974)¹⁴⁾등은 露出된 象牙質에 腐蝕劑를 使用한後 複合레진을 充填하거나 epoxy系 시멘트를 充填하였을 때 齒髓에 甚한 變化를 惹起시켰다고 報告하였다.

또한 Stanley등(1975)²⁴⁾도 酸腐蝕劑의 危害성을 減少시키기 위해 새로 開發된 레진—methacrylic 酸代身 中性에 가까운 酸을 使用하는 複合레진을 使用하더라도 齒髓에 毒性을 나타낸다고 報告하였다.

本 實驗에 使用된 磷酸 ester系 시멘트에 使用되는 腐蝕劑는 高度의 粘度를 가지고 被着齒面과 그 周邊단을 選擇的으로 腐蝕시키게 하는 長點을 지니

고 있으나 이와 같은 酸性의 腐蝕劑와 레진에 의한 齒髓危害性を 減少시켜주고 이로 부터 齒髓를 保護하기 위해서는 窩洞底에 裏裝材가 必要하게 된다.

即 Buonocore와 Davila(1973)¹⁰⁾는 臨床的 實驗을 通해 酸腐蝕劑를 使用하는 充填時 Ca(OH)₂를 含有한 裏裝材가 優秀한 結果를 報告한 바 있고 Jedrychowski와 Reisbicke(1974)¹¹⁾는 이 裏裝材가 腐蝕劑의 酸度를 減少시켜 齒髓에 對한 保護能力이 優秀하다고 報告한 바 있으며 Stanley등(1975)¹²⁾은 오래된 修復物이나 磨耗症, 浸蝕症等으로 充分한 修復 象牙質이 形成되어 있는 境遇를 除外하고는 Ca(OH)₂가 含有된 裏裝材의 使用를 主張하였다.

이중 Mjör와 Furseth(1968)¹³⁾는 Ca(OH)₂ 裏裝材의 齒髓 保護作用은 絶緣能力과 Ca(OH)₂로 因한 酸의 中和力, 浸透力의 減少라고 하였다.

이에 著者는 先學들의 研究報告를 土臺로 腐蝕劑를 함께 使用하는 磷酸 ester系 시멘트의 齒髓에 對한 有害性を 觀察하기 위해 Ca(OH)₂로 裏裝한 群과 直接 充填한 群 두 群을 設定하여 實驗하였다.

이와 같은 施術 方法이나 使用材料등에 의해 招來되는 施術中 또는 後의 不作用에 對해서는 여러 學者들에 의해 여러 가지 方法으로 研究 觀察되어 왔는데 著者는 그 中에서도 가장 銳敏하게 反應하고 豫後의 進行過程이 觀察 可能한 造象牙細胞의 變化를 觀察 하므로써 磷酸 ester系 시멘트의 齒髓 有害性を 究明하고자 하였다.

正常的으로 造象牙細胞는 高度로 分化된 結締織細胞로서 基部, 核部, 核上部, 頂點部等 4區分으로 나눌 수 있는 긴 圓柱狀의 細胞分裂을 하지 않는 細胞이며 2~4層의 細胞가 서로 重疊되어 傘塔狀 排列를 하고 있다.⁹⁾

그러나 이러한 造象牙細胞는 窩洞形成이나 腐蝕劑, 레진修復物의 刺戟을 받아 萎縮되어 造象牙細胞層이 얇아 지거나 修復 象牙質을 形成하거나 纖維芽細胞가 収縮되는 등의 變化를 가져오게 된다.⁹⁾

造象牙細胞가 充填物이나 藥劑에 의해 影響을 받는 程度는 Tome's纖維質의 浸透 程度에 따라 決定되는 데⁹⁾ 이는 窩洞形成時의 造象牙細胞 突起의 斷切이나 齒髓內 溫度 降下, 乾燥, 震動등에 의해 더욱 甚化되게 된다.⁹⁾

Bernier와 Knapp(1958)⁹⁾은 窩洞形成에 의한 齒髓反應을 組織學的으로 觀察한 바, 大體的으로 窩

洞形成後에 造象牙細胞層이 납작해 지거나 顯著히 破壞되었고 造象牙細胞가 象牙管內로 流入되었으며 前象牙質帶가 正常的의 1/2程度로 減少되었고 纖維化되거나 慢性 炎症狀態에 있게 된다고 하였으며 Irving과 Weinmann(1948)¹⁴⁾도 窩洞底 象牙質에서 外傷性 石灰化線을 觀察할 수 있다고 報告하여 一般的인 齒牙의 變化에 대해 言及하였다.

그後 Seltzer등(1961)¹⁵⁾과 Brännström(1962)¹⁶⁾도 齒髓 刺戟에 대한 反應을 觀察報告하였으며 Seltzer(1972)¹⁷⁾는 初期에 造象牙細胞의 細胞質이 細胞體로 부터 細胞突起側으로 移動되고 細胞質內의 空胞와 脂質, 顆粒이 增加되며 刺戟이 甚할 境遇에는 非可逆的으로 損傷을 받게 되어 造象牙細胞가 變性되고 未分化 間葉細胞나 貯藏細胞로 생각되는 細胞가 修復 象牙質을 形成한다고 一連의 過程에 對해 說明하였다.

또한 Zach(1972)¹⁸⁾는 刺戟 初期에 造象牙細胞의 傘塔狀 排列이 均열되고 細胞間 或은 細胞層 下部에 작은 水泡가 形成되며 末期에는 細胞核이 萎縮되고 Weil帶가 好酸性으로 變한다고 하였으며 刺戟이 甚해지면 造象牙細胞의 甚한 破壞狀과 石灰化되지 않은 前象牙質帶의 吸收내지는 溶解, 커다란 水泡形成等을 觀察할 수 있다고 報告하여 窩洞形成時 惹起되는 時期的 또는 刺戟의 程度에 따른 變化에 對해 觀察하였다.

이와 類似한 變化는 本實驗에서도 두 實驗群에서 共히 初期에 觀察되었으나 窩洞底 象牙質이나 刺戟을 받은 齒髓基質에서 膠原質 變性으로 因한 好酸性物質⁹⁾은 觀察할 수 없었고 오히려 好鹽基性으로 濃染되는 外傷性 石灰化線이 窩洞底 象牙質 齒髓側壁에 나타나는 것을 觀察할 수 있어 Brännström(1962)¹⁶⁾의 所見과 類似함을 發見할 수 있었다.

窩洞形成時 造象牙細胞에 대한 集中的인 觀察은 Searls(1967)¹⁹⁾의 研究에서 細胞의 輪廓, 細胞質, 細胞突起, 核, 그리고 象牙質과 細胞와의 境界, 前象牙質의 變化에 이르기 까지 仔細히 說明을 해 주고 있으며 造象牙細胞의 排列은 初期부터 不規則해지기 始作하였고 細胞의 輪廓은 實驗初期에는 뚜렷하였으나 6日後에는 區別하기 어려울 程度로 되었으며 細胞突起도 6時間後에 破壞되었고 漸次 變性, 壞死되어 不透明하게 되었다고 하였고 細胞質은 漸次 顆粒狀이 增加되었고 核은 初期에서 부터 染色

體가 凝集되고 萎縮現象을 보였으며 結局 15日後에 是 損傷받았던 既存 造象牙細胞는 모두 甚하게 變性되었다고 報告하였다.

이에 對해 Seltzer (1972)³⁾는 造象牙細胞가 損傷을 받으면 細胞內 內形質 網膜이 破壞되고 蛋白質의 變性으로 因한 絲粒體의 變性이 實驗 30分後에 일어나기 때문이라고 說明하였고 Zach등(1969)⁴⁾도 核萎縮의 原因에 對해 이와 같은 所見을 報告하였다.

本 實驗에서도 前象牙質帶의 뚜렷한 發育障礙와 前象牙質 基質의 形成障礙로 因한 象牙質과의 不規則한 境界도 觀察되고 있는 데, 이와 關聯된 現象은 Zach(1960)⁴⁾가 實驗 1週後에 觀察한 齒髓-象牙質膜 下部의 水泡性 變化와 前象牙質의 溶解와도 聯關하여 說明할 수 있다.

이와 같이 造象牙細胞는 窩洞形成時부터 變化되기 始作하여 刺戟要素가 除去되면 時日이 經過함에 따라 漸次 回復過程을 따르며 本 實驗에서 應用한 바와 같이 腐蝕劑나 레진에 對한 Ca(OH)₂의 裏裝 여부는 造象牙細胞層의 回復을 促進 내지는 沮害하는 要素로 看做되므로 實驗結果의 뚜렷한 差異點을 얻어낼 수 있으리라고 생각하였다.

本 實驗을 通하여 Ca(OH)₂를 裏裝하지 않은 群에서는 腐蝕劑와 레진에 直接 影響을 받게 되어 全般的으로 回復이 지연되는 傾向을 觀察할 수 있었다.

이는 單純히 窩洞形成만을 한後의 變化를 觀察한 Seltzer등(1961)³⁾의 實驗結果와 比較해 볼때 初期 變化는 類似하였으나 全般的으로 造象牙細胞가 늦게 分化되었고 修復 象牙質은 形成되지 않았으며 Zach등(1969)⁴⁾의 實驗과 比較해 보아도 그들은 窩洞形成 4日後에 破壞된 造象牙細胞와 正常 齒髓組織과의 境界部에 橢圓形의 큰 細胞가 出現하여 造象牙細胞로 分化될 初期 分裂을 始作한다고 하였으나 本 實驗에서는 實驗 1週가 지나서야 少數의 未分化細胞가 이 部位에 나타나 이러한 結果를 土臺로 著者は 腐蝕劑와 레진의 影響으로 齒髓의 回復 機轉이 妨害를 받았거나 齒髓細胞에 直接的으로 강한 刺戟이 加해졌기 때문이라고 생각한다.

또한 Ca(OH)₂로 裏裝한 群에서는 實驗 2時間後부터 微弱한 反應만을 보일뿐 아니라 實驗 6週後에서도 두꺼운 修復 象牙質을 形成하여 Ca(OH)₂裏

裝이 齒髓保護에 큰 役割을 한다는 것을 알 수 있었다.

이와 같이 實驗 結果를 誘導하는 齒髓回復의 變化를 觀察해 보면 크게 두가지로 나눌 수 있다.

그 첫번째가 損傷받은 造象牙細胞를 補償해 주기 위한 齒髓細胞의 變化이며 두번째가 이로 因한 修復 象牙質의 形成이라고 할 수 있다.

損傷받은 造象牙細胞層 下方部에 分化되는 齒髓組織의 補償細胞에 關해서는 여러 學者들에 의해 觀察되었는데 血管과 神經을 除去한 모든 齒髓細胞가 造齒細胞의 潛在力을 가지고 있어⁵⁾ 大體的으로 이 細胞들이 基質化되고 分化된 後 象牙質側으로 移動되는 過程을 거치게 된다.⁶⁾ 이러한 所見은 實驗 兩群에서 時期的 差異는 있었으나 共히 觀察된 所見으로 Zach(1960)⁴⁾는 窩洞 形成後 1週後에 無細胞層인 Weil帶에 纖維細胞가 많이 增殖했다고 報告하였고 Seltzer등(1962)³⁾은 實驗後 齒髓에 未分化 間葉細胞 및 造象牙細胞에 이르는 多樣한 細胞가 象牙質 內面에 排列되어 後에 基質 形成細胞로 作用한다고 하였으며 Zach등(1969)⁴⁾은 自家放射線法을 利用해 損傷받은 造象牙細胞層 下部에서 未分化 齒髓細胞가 實驗 4日後에 1次世帶의 細胞 分裂을, 8日後에는 아직 核의 極性을 갖지 못한 橢圓形의 細胞形態로 2次世帶의 細胞分裂을 準備한다고 報告하면서 造象牙細胞의 前驅細胞가 가장 細胞分裂이 活潑하다고 報告하였다.

또한 Yamamura(1985)⁷⁾는 造象牙細胞가 再生되는 方法을 齒髓細胞, 內皮細胞, 血管周邊細胞가 逆分化되고 誘導作用을 받아 다시 造象牙細胞로 再分化된다는 假說과 造象牙細胞와 隣接한 細胞가 여러 번의 細胞分裂을 거쳐 造象牙細胞로 分化될 수 있다는 2가지 假說을 提示하여 說明하였다.

이와 같이 分化된 새로운 細胞는 대개가 纖維芽細胞의 形態로 分化되어 基質을 形成하게 되는 데 이 過程에서 Zach(1960, 1972)^{3), 4)}는 細胞成分이 比較的 缺如된 段階에서 生じた 象牙基質을 形成하게 되는 것을 傷痕象牙質이라고 하였는데 이는 無定形 基質內에 隣接해 있던 纖維芽細胞가 分裂하여 傷痕象牙質側으로 移動되어 排列됨으로써 造象牙細胞가 再生되는 것이라고 하였다.

또한 Zach등(1969)⁴⁾는 齒髓內 纖維芽細胞가 急速히 沈着되어 無管象牙質을 形成한다고 하였으

며 이러한境遇 象牙質內에 濃縮核의 殘渣가 內包되어 나타날 수도 있다고 報告하였다.

이러한 過程을 거쳐 形成된 石灰物은 不規則한 修復 象牙質을 形成하여 일단의 防禦層을 形成하게 되는 데¹⁾ 이 下部에는 分泌性 造象牙細胞가 排列되어 規則的인 修復 象牙質을 形成하기도 하고²⁾ 數가 減少되어 2~3層으로 된 窄한 類纖維芽細胞形의 造象牙細胞가 排列되기도 한다.³⁾

本 實驗에서 Ca(OH)₂을 裏裝하지 않은 群에서는 實驗 1週後에야 造象牙細胞層 下部에 少數의 未分化細胞가 나타나 實驗 6週에 이르기까지 繼續 分化되나 實驗 6週後까지도 잘 分化된 造象牙細胞는 觀察할 수가 없었고 Ca(OH)₂로 裏裝한 群에서는 實驗 15時間後부터 未分化細胞내지는 잘 分化된 纖維芽細胞가 出現하여 實驗 2週後 잘 分化된 造象牙細胞로부터 修復 象牙質基質을 形成하였고 實驗 6週後에는 肥厚된 修復 象牙質을 形成하였다. 이때 形成된 修復 象牙質은 若干 不規則 하였으나 매우 甚한 편은 아니어서 Seltzer 등(1963)⁴⁾ 이 報告한 修復 象牙質中 修復物에 의한 것이 다른 條件에서 보다 더 不定形이고 매우 不規則하다는 事實과는 서로 相異한 結果를 보였는데 이는 窩洞底에 Ca(OH)₂을 裏裝한 結果때문이라고 생각한다.

그러나 修復 象牙質 下部에 排列된 造象牙細胞는 圓柱形이 아니고 立方形의 濃縮된 核을 가진 2~3層의 細胞의 形態로 排列되어 있어 이의 原因과 意味하는 바를 究明해 내는 것은 重要한 問題로 생각한다.

損傷에 의한 齒髓內 血管變化에 對해서는 Seltzer(1972)⁵⁾가 正常 齒髓組織에서는 造象牙細胞層에서 血管이 잘 觀察되지 않으나 刺戟으로 因해 擴張됨에 따라 造象牙細胞層에서도 毛細血管이 觀察된다고 報告하였고 Zach 등(1969)⁶⁾도 核濃縮된 造象牙細胞 周圍와 齒髓內에 20 μ 程度의 큰 毛細血管이 觀察된다고 하였으며 Veis(1985)⁷⁾는 이로 因하여 새로 分化된 細胞로부터 前象牙質形成에 直接的으로 影響을 주게 된다고 하였는데 本 實驗에서는 實驗 初期 2時間後에서 부터 觀察되기 始作하여 裏裝하지 않은 群의 實驗 1週群에서는 弛緩된 毛細血管이 많이 나타나 새로 分化되는 細胞들이 旺盛한 代謝作用을 하고 있다는 것을 미루어 짐작할 수 있다.

또한 鍍銀法에 染色되어 Weil帶에 나타나는 好銀性 纖維는 Zach 등(1969)⁶⁾이 觀察한 바와 같이 造象牙細胞가 損傷됨에도 不拘하고 全實驗 期間 동안 齒髓內 基質로부터 象牙質內로 連結되어 있었으며 本 實驗에서는 特히 實驗 兩群 共히 實驗 1週後에 纖維成分이 많아지고 密集된 것처럼 나타났는데 이 現象이 어떤 機轉에 의한 것인지 아니면 標本製作中の 人工產物때문 인지는 앞으로 繼續 研究되어야 하리라고 생각된다.

本 實驗을 통해 全般的으로 觀察해 볼 때, 本 研究에서 使用된 磷酸 ester系 接着性 시멘트는 齒髓組織에 微弱한 刺戟으로 變化를 惹起시키므로 臨床에서 Ca(OH)₂ 裏裝材의 使用이 불가피하리라 생각된다.

V. 結 論

著者は 修復物의 合着材로서 새로이 開發된 磷酸 ester系 接着性 시멘트가 齒髓에 미치는 影響을 觀察하기 위하여 成犬의 小白齒에 窩洞을 形成하고 Ca(OH)₂로 裏裝한 群과 裏裝하지 않은 群을 設定하여 通法에 따라 窩洞을 酸處理한 후 시멘트를 充填한 다음 兩群을 2時間, 15時間, 3日, 1週, 2週, 4週, 6週後 組織學的으로 比較 觀察한 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 實驗 兩群 共히 損傷받은 造象牙細胞는 萎縮된 後 消失되었다.

2. 充填 初期에 裏裝하지 않은 群에서는 造象牙細胞가 甚하게 萎縮되었고 象牙質과의 사이에 缺損部를 보였으나 裏裝한 群에서는 造象牙細胞가 微弱하고 不規則하게 排列되었다.

3. 裏裝하지 않은 群에서는 造象牙細胞層 下部에 未分化細胞가 實驗 1週後에 소수 出現하기 始作하였으나 裏裝한 群에서는 實驗 15時間後부터 다수 出現하였다.

4. 裏裝하지 않은 群에서는 實驗 末期까지 修復 象牙質이 形成되지 않았으나 裏裝한 群에서는 實驗 2週後부터 象牙基質이 形成되기 始作하여 6週後에는 매우 肥厚된 修復 象牙質을 形成하였다.

5. 實驗 兩群 共히 造象牙細胞層內에서 弛緩된 毛細血管이 觀察되었다.

6. 好銀性 纖維는 Weil帶에 網狀으로 密集되어 齒髓組織과 象牙質에 連續되어 있었다.

参 考 文 献

1. 竹山守男：スーパーボントの特徴と使用上の要
点。歯科技工別冊／接着ブリッジの臨床と歯科
技工。80-81, 1985.
2. 中林宣男：レジン系接着材の特性(1), *Dental
diamond*, 9: 86-93, 1984.
3. 中林宣男：レジン系接着材の特性(3), *Dental
diamond*, 9: 120-127, 1984.
4. 中林光夫, 中林宣男：4-METAを含む新しいタ
イプのレジンセメント(ケミエース)について, 日
本歯科評論, 87-100, 1983.
5. 和田徹：レジン系接着材の特性(2), *Dental
diamond*, 9: 102-119, 1984.
6. Ten Cate, A.R.: *ORAL HISTOLOGY*.
2nd ed. pp. 129-182, The C.V. Mosby Co.,
1985.
7. Seltzer, S. and Bender, I.B.: *THE DENTAL
PULP*. 3rd ed., pp. 195-237, J.B. Lippincott
Co., 1984.
8. Bergvall, O. and Bränström, M.: Measure-
ments of the space between composite resin
fillings and the cavity walls. *Swed. Dent.
J.*, 64: 217-226, 1971.
9. Bernier, J.L. and Knapp, M.J.: A new
pulpal response to high-speed dental instru-
ments. *Oral Surg.*, 11: 167-183, 1958.
10. 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-
1076, 1982.
11. Bränström, M.: Dentinal and Pulpal res-
ponse. *Oral Surg.*, 15: 203-212, 1962.
12. Buonocore, M.G. and Davila, J.: Restora-
tion of fractured anterior teeth with ultra-
violet light polymerized bonding materials:
A new technique. *JADA*, 86: 1349-1354,
1973.
13. Eriksen, H.M.: Protection against harmful
effects of a restorative procedure using an
acidic cavity cleanser. *J. Dent. Res.*, 55:
281-284, 1976.
14. Eriksen, H.M.: Pulpal response of monkeys
to a composite resin cement. *J. Dent. Res.*,
53: 565-570, 1974.
15. Fitzgerald, M.: Cellular mechanics of denti-
nal bridge repair using ³H-thymidine. *J.
Dent. Res.*, 58: 2198-2206, 1979.
16. Fusayama, T., Nakamura, M., Kurosaki, N.
and Iwaku, M.: Nonpressure adhesion to a
new adhesive restorative resin. *J. Dent.
Res.*, 58: 1364-1382, 1979.
17. Gwinnett, A.J.: Structural changes in enamel
and dentin of fractured anterior teeth after
acid conditioning in vitro. *JADA*, 86: 117-
122, 1973.
18. Hamilton, A.I., Phillips, R.W., Howard,
W.W., Schuchard, A.S., Lund, M.R., Miller,
C.H., McLean, J.W. and Beaudreau, D.E.:
Report of the Committee on Scientific
Investigation of the American Academy
of Restorative Dentistry. *J. Prosthet Dent.*,
43: 663-686, 1980.
19. Heida, T., Yao, K. and Koharo, O.: The
improvement of restorative composite resin
applicable to deciduous tooth. *Japan. J.
Pedo.*, 16: 56, cited from ref. 1978.
20. Inokoshi, S., Iwaku, M. and Fusayama, T.:
Pulpal response to a new adhesive resin.
J. Dent. Res., 61: 1014-1028, 1982.
21. Irving, J.T. and Weinmann, J.P.: Experi-
mental studies in calcification. VI. Res-
ponse of dentin of the rat incisor to injec-
tions of strontium. *J. Dent. Res.*, 27: 669-
680, 1948.
22. Jedrychowski, J.R. and Reisbick, M.H.:
Selection of a resin system for pinless
fracture treatment. *J. Dent. Res.*, 53 (Special

- Issue): Abstract No. 391, 1974.
23. Johnson, G. and Bränström, M.: The sensitivity of dentin: Changes in relation to conditions at exposed tubule apertures. *Acta Odontol. Scand.*, 32: 29-38, 1947.
 24. Langeland, K. and Langeland, L.K.: Pulp reaction to crown preparation, impression, temporary crown fixation and permanent cementation. *J. Prosthet. Dent.*, 15: 129, cited from ref. 1965.
 25. Lipke, E., Mautner, R., Browdy, D. and Rosenberg, P.A.: The effects of etching enamel with acid on the human dental pulp. *Oral Surg.*, 47: 359-380, 1979.
 26. Mjör, I.A. and Furseth, R.: The inorganic phase of calcium hydroxide and corticosteroid-covered dentine studied by Electron Microscopy. *Arch. Oral Biol.*, 13: 755-763, 1968.
 27. Searls, J.C.: Radioautographic evaluation of changes induced in the rat incisor by high-speed cavity preparation. *J. Dent. Res.*, 54: 174-182, 1975.
 28. Searls, J.C.: Light and electron microscope evaluation of changes induced in odontoblasts of the rat incisor by the high-speed drill. *J. Dent. Res.*, 46: 1344-1355, 1967.
 29. Seltzer, S.: Classification of pulpal pathosis. *Oral Surg.*, 34: 269-287, 1972.
 30. Seltzer, S., Bender, I.B. and Kaufman, I.J.: Alkaline phosphatase in reparative dentinogenesis. *Oral Surg.*, 15: 859-866, 1962.
 31. Seltzer, S., Bender, I.B. and Kaufman, I.J.: Histologic changes in dental pulp of dogs and monkeys following applications of pressure, drugs and micro-organisms on prepared cavities. *Oral Surg.*, 14: 327-346, 1961.
 32. Seltzer, S., Bender, I.B. and Ziontz, M.: The dynamics of pulp inflammation: Correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. *Oral Surg.*, 16: 846-871, 1963.
 33. Stanley, H.R., Bowen, R.L. and Folio, J.: Compatibility of various materials with oral tissue. II: Pulp responses to composite ingredients. *J. Dent. Res.*, 58: 1507-1517, 1979.
 34. 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.
 35. Trefz, B.R., Heys, R.J., Heys, D.R., Cox, C.F. and Avery, J.K.: Pulpal response to sealants (primer) and the effects of pretreatment with an acid etch. *J. Dent. Res.*, 53 (Special Issue): Abstract No. 554, 1974.
 36. Veis, A.: The role of dental pulp-thoughts on session on pulp repair processes. *J. Dent. Res.*, 64 (Special Issue): 552-554, 1985.
 37. Vojinovic, O., Nyborg, H. and Bränström, M.: Acid treatment of cavities under resin fillings: Bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. *J. Dent. Res.*, 52: 1189-1193, 1973.
 38. Yamamura, T.: Differentiation of pulpal cells and inductive influences of various matrices with reference to pulpal wound healing. *J. Dent. Res.*, 64 (Special Issue): 530-540, 1985.
 39. Zach, L.: Pulp lability and repair; effect of restorative procedures. *Oral Surg.*, 33: 111-121, 1972.
 40. Zach, L.: Pulp lability and repair. IV. Pulpolytic reactions. *J. Dent. Res.*, 39: 736, 1960.
 41. Zach, L., Topal, R. and Cohen, G.: Pulpal repair following operative procedures. *Oral Surg.*, 28: 587-597, 1969.

-- ABSTRACT --

AN EXPERIMENTAL STUDY ON PULPAL RESPONSE TO
THE PHOSPHORIC ESTER CEMENT IN DOGS

Hye Young Lee · Dae Gyun Choi · Boo Byung Choi · Nam Soo Park

*Department of Prosthodontics, Division of Dentistry,
Kyung Hee University*

It is considered that etching solution or material itself of phosphoric ester cement will induce not a little pulpal irritation, if applied directly onto unsealed dentinal tubules.

This study was designed to confirm above consideration by comparing two different conditions between $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -based and non- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -based group.

Posterior teeth of 15 male dogs were selected for this experiment.

One experimental group was filled with cement after $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -basing and enamel-etching, the other experimental group after enamel etching without $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -basing.

And both of two experimental groups were observed at 2 hours, 15 hours, 3 days, 1 week, 2 weeks, 4 weeks, and 6 weeks after filling.

The findings reached to the following conclusions histologically.

1. In both groups, the damaged odontoblasts were atrophied and eventually disappeared.
2. In non-based group at early stage, odontoblasts were severely atrophied and defective areas were appeared between odontoblast cell layers. However, in based group, the odontoblasts were arranged slight irregularly.
3. In non-based group, a small number of undifferentiated cells below the odontoblast cell layers started to appear at 1 week after filling. However, in based group, the undifferentiated cells were appeared at 15 hours after filling.
4. In non-based group, formation of reparative dentin was not begun until late stage of experiment. However, in based group, formation of reparative dentin matrix was begun at 2 weeks after filling and very thickened reparative dentin was formed at 6 weeks after filling.
5. In odontoblast cell layers of both groups, dilated capillaries were observed.
6. Argyrophilic fibers were reticularly condensed in zone of Weil, and they were connected to the pulp tissue and dentin.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1.** Photomicrograph shows the severely atrophied and irregularly arranged odontoblast. Partly injured pulpodentinal membrane and dilated capillaries are also observed.
(H-E stain, x 200)
- Fig. 2.** Photomicrograph shows slight irregular and atrophied arrangement of the odontoblasts. Many undifferentiated cells are crowded in pulpal area.
(Van Gieson stain, x 100)
- Fig. 3.** Photomicrograph shows the more atrophied odontoblasts and concentrated nuclei.
(H-E stain, x 200)
- Fig. 4.** Photomicrograph shows severely atrophied odontoblasts and large vesicle formation. The pulpodentinal membrane are partly injured.
(H-E stain, x 200)
- Fig. 5.** Photomicrograph shows the severely degenerated odontoblasts, displacement of the nuclei and decreased cell number. Traumatic calcifying line is also observed in dentin.
(H-E stain, x 200)
- Fig. 6.** Photomicrograph shows the degenerated odontoblasts. Severe edematous appearances are observed but well differentiated fibroblasts and fibroblast-like cells are also seen intermingled each other.
(H-E stain, x 200)
- Fig. 7.** Photomicrograph shows the decreased number of odontoblasts.
(Van Gieson stain, x 40)
- Fig. 8.** Photomicrograph shows the reticular argyrophilic fibers which have the continuity to the dentin.
(Gomori's silver impregnation, x 100)
- Fig. 9.** Photomicrograph shows the many dilated capillaries running into the irregular odontoblast cell layer. The undifferentiated cells start to be distributed under the odontoblast cell layer and the preodontoblastic zone appears irregularly.
(H-E stain, x 200)
- Fig. 10.** Photomicrograph shows the undifferentiated cells and fibroblast-like cells under the irregular odontoblast cell layer.
(H-E stain, x 200)
- Fig. 11.** Photomicrograph shows the regularly arranged and well differentiated odontoblasts. The fibrous matrix begins to be formed in the reparative dentin layer.
(Van Gieson stain, x 100)

Fig. 12. Photomicrograph shows the newly differentiated fibroblasts loosely and irregularly arranged on the inner wall of the dentin. The pulpodentinal membrane starts to regenerate. In the lower region, well differentiated fibroblasts and odontoblast-like cells are irregularly arranged toward the dentin.

(H-E stain, x 200)

Fig. 13. Photomicrograph shows the loss of degenerated odontoblasts. Some nuclear remnants are retained in the fibrous matrix. (H-E stain, x 200)

Fig. 14. Photomicrograph shows the broadly and irregularly formed fibrous matrix at inner dentinal surface.

(Van Gieson, x 200)

Fig. 15. Photomicrograph shows that immature odontoblasts, which yet have not nuclear polarity, are irregularly arranged in odontoblast cell layer. Pulpodentinal membrane is regenerated.

(H-E stain, x 200)

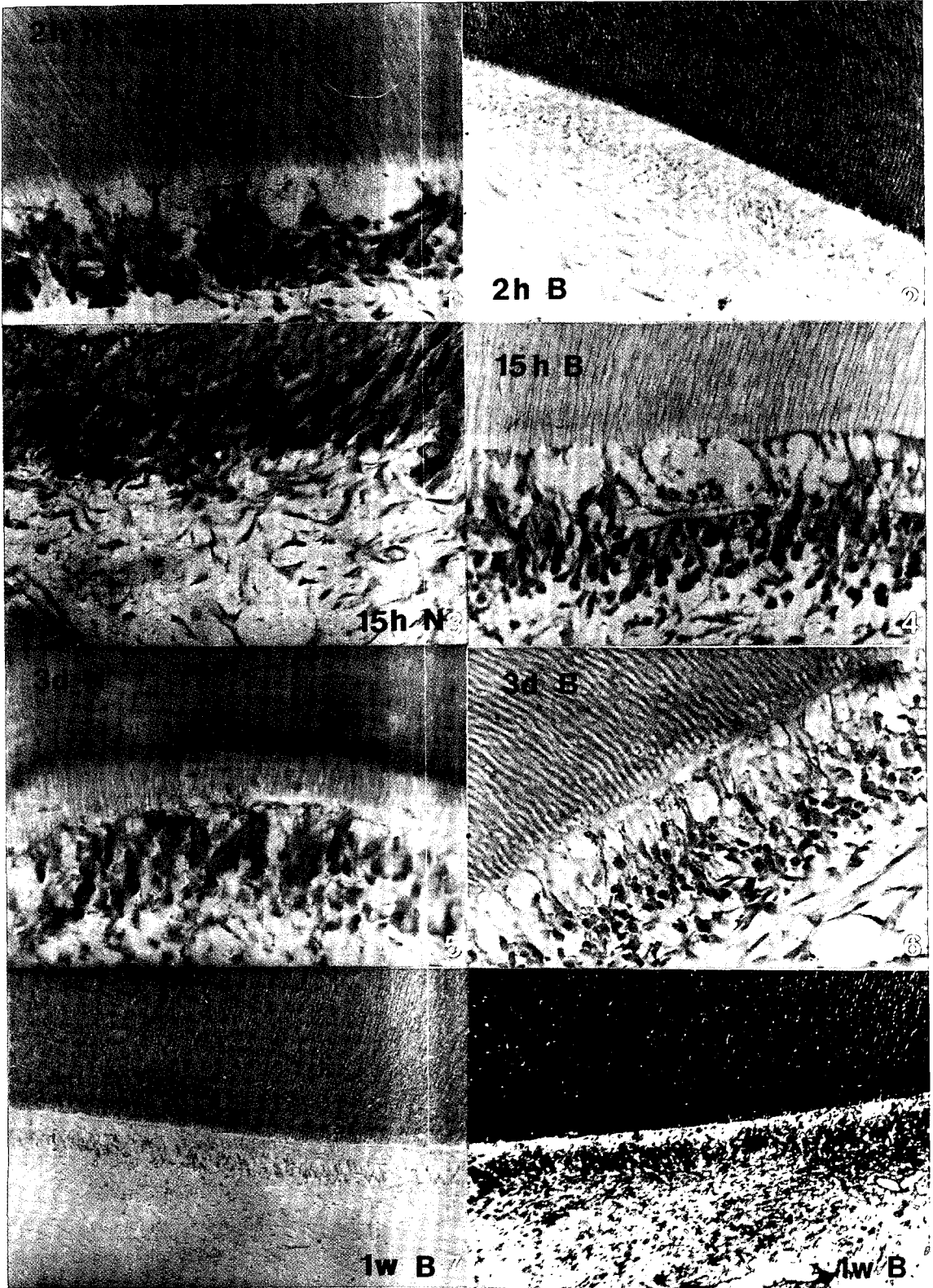
Fig. 16. Photomicrograph shows the thick reparative dentin formation and the regeneration of pulpodentinal membrane. Cuboidal odontoblast with concentrated nuclei are arranged in 2-3 layers.

(H-E stain, x 100)

N: NO BASE

B: BASE

論文寫真附圖①



論文寫真附圖②

