

國產 하이폴 復合레진의 邊緣漏出에 關한 實驗的 研究*

서울大學校 齒科大學 保存學教室

林 成 森

MARGINAL LEAKAGE TEST ON HI-POL COMPOSITE RESIN

Sung-Sam Lim. D.D.S., M.S.D., Ph.D.

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

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the marginal sealing ability of Hi-pol composite resin.

Using freshly extracted human teeth and 2% aqueous methylene blue, the marginal leakage of dye in restorative materials such as Hi-pol, Adaptic, Nuva system, Epolite and Amalgam was investigated at 37°C and under temperature cycling between 4°C and 60°C. The results were as follows;

1. All the filling materials revealed the penetration of dye between cavity walls and restorations.
2. Hi-pol and Adaptic showed more marginal leakage than other materials and the degree of dye penetration in Hi-pol was similiar to that of Adaptic.
3. Nuva system showed the least marginal leakage at 37°C and under temperature cycling between 4°C and 60°C.
4. Under temperature cycling, all materials showed a slight increase in marginal leakage except Epolite, which showed the greastest change in leakage.

第 1 章 緒 論

復合레진(Composite Resin)은 1960年代 初期에 Bowen^{1),2)} 등에 依해서 紹介된 以來 많은 學者들의 實驗的 研究와 臨床的 評價가 活發히 進行되었고 그 結果 이 材料의 優秀성이 確認됨에 따라 1970年代에 와는 過去 100年以上이나 前齒部 充填材로서 使用되어온 硯酸세멘트를 밀어내고 世界 各國에 널리 보급되어 使用

되고있다. 이에 따라 많은 種類의 復合레진이 여러나라에서 각가지 商品名으로 生産되고 있으며 우리나라에서도 1976년에 富平齒科化學工業社에서 하이폴이란 商品名으로 生産되어 現在 市販되고있다. 지금까지 나온 大部分의 材料들은 程度의 差異는 있으나 在來의 아크리릭 레진보다 確實히 機械的 및 物理的 性質이 改善되어있고 臨床에서 成績이 모두 良好함으로 實際臨床에 使用해 본 以後에라야 材料間의 比較가 可能하다.³⁾ 國產 하이폴의 境遇는 市販된지가 얼마되지 않아서 臨床的 評

* 本 論文은 1977年度 서울大學校 齒科大學 附屬病院 臨床研究費의 一部로 이루어졌음.

價는 앞으로 몇년이 지난 後에라야 可能하며 臨床에 使用하면서 評價되는 동안 實驗의 研究도 並行되어야 할 것이다. 充填材料를 評價하는데 重要한 要素들은 強度, 溶解度, 粘着度, 變色, 磨耗度, 齒髓反應 및 邊緣閉鎖性 等 여러가지가 있으며 特히 充填材의 邊緣漏出은 充填物의 破損, 齒牙의 變色, 齲蝕의 再發 및 齒髓病變의 原因이 되어 臨床에서 問題가 되며 邊緣閉鎖性은 溫度變化에도 影響을 받는다는 것이 잘 알려져 있다.⁴⁻¹³⁾ 複合레진의 邊緣閉鎖性에 關한 研究는 Peterson¹¹⁾, Tani⁷⁾, Going⁸⁾, Elena¹⁵⁾, McCurdy²⁰⁾, Phillips⁵⁾, 李¹³⁾, 李¹⁴⁾ 等 많은 學者들이 여러가지 色素나 同位元素等을 利用하여 生體齒牙에서나 拔去한 齒牙에서 研究되어 複合레진도 다른 充填材와 마찬가지로 各 材料마다 약간의 差異는 있으나 邊緣漏出이 있다는 것이 發表되었고 Buonocore^{16, 17)}에 의해 아크리릭레진의 維持力을 增加시킬 目的으로 처음 紹介된 酸腐蝕法(acid etching technique)이 複合레진에도 시도되어 Buonocore¹⁰⁾, 李¹⁴⁾, Kun²¹⁾, Galan²²⁾ 等에 依하면 腐蝕을 琺瑯質 表面에 行하는 것 만으로는 邊緣漏出이 防止되지 않으나 腐蝕과 同時에 Nuva-Seal(填充材)를 窩洞內面에 塗布함으로서 效果의 緣으로 邊緣漏出을 막을 수 있었다고 報告하고 있다. 이와같이 複合레진의 邊緣閉鎖性이나 邊緣漏出 防止를 위하여 많은 學者들의 研究報告가 있었으나 하이폴에 對한 研究는 全無한 狀態이므로 著者는 國產하이폴에 對한 邊緣漏出을 色素를 利用하여 다른 外國產 複合레진 및 아말감과 比較觀察한 바 있기에 그 效果를 報告하는 바이다.

第 2 章 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料 :

拔去한 齒牙中 性別이나 年齡에 關係없이 齲蝕症이나 充填物이 없는 齒牙 200個를 拔去 即時 生理的 食鹽水에 담근 후 37°C 培養器內 保管하였다가 Hi-pol (Boo-Pyung Co.), Adaptic (Johnson & Johnson Co.) Nuva system (L. D. Caulk, Co.) Epolite (G-C Co.), Amalgam等을 窩洞內 充填하고 2% methylene blue 水溶液을 利用하여 色素浸透程度를 觀察하였다.

2. 實驗方法 :

本 實驗은 2部分으로 나누어 施行하였다.

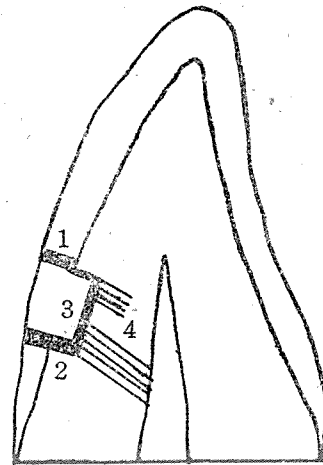
1. 37°C에서 各 充填物의 邊緣漏出을 實驗하였다.

100個의 齒牙에 各各 五級窩洞을 形成하고 5種의 充填材를 20個씩 나누어 充填하였으며 實驗에 使用될 齒牙는 흐르는 물에 잘 씻고 齒頸部 白堊琺瑯質 境界線 約 1mm 上方에 No. 35 High speed bur로서 窩洞의 外形

을 준 後 20,000回轉의 Dental engine을 使用하여 No. 35 Tungsten inverted cone bur로서 窩洞의 깊이를 琺瑯質과 象牙質境界部下方 約 1/2mm까지 주면서 窩洞形成을 끝냈으며 이때 窩洞의 깊이가 一定하게 되고 熱發生이나 窩緣의 損傷이 없도록 最大限으로 努力하였다. 窩洞形成이 끝난 齒牙는 生理的食鹽水에 다시 담근 後 窩洞을 乾燥시키고 各 充填材를 製造會社의 指示書에 따라 조작하여 充填하였다. 充填이 끝난 齒牙는 Rubber dam에 各 齒牙에 알맞는 구멍을 뚫고 齒牙를 插入하여 齒頸部는 Sticky wax로 Wax collar를 만들고 同時에 齒根部는 파라핀 wax로 입힌 다음 2% methylene blue 水溶液內 齒冠部가 完全히 잠기게 하여 37°C 培養器內 24時間 保管하였다. 그 後 齒牙는 흐르는 물에 잘 씻어 過剩色素를 洗滌하고 從斷하여 擴大鏡으로 色素浸透程度를 觀察하였다.

2. 充填物에 4°C~60°C의 溫度變化를 準 후 邊緣閉鎖性을 觀察하였다. 20個씩의 齒牙에 充填物을 實驗方法 1과 같은 方法으로 充填한 後 60°C물에 1分間 담근후 4°C물에 1分間 담가 두어 이를 10回 反復한 後 37°C 培養器內에서 色素에 24時間 保管한 後 從斷하였다.

窩洞과 充填物사이의 色素浸透程度의 判定基準은 다음과 같다(Fig. 1 參照).



Leakage Type
Degree 0
Degree 1 (1)
Degree 2 (2)
Degree 3 (3)
Degree 4 (4)

Fig. 1. Degree of marginal leakage.

0度 : 充填物과 窩壁사이에서 色素浸透가 全缺 없는 境遇

1度 : 琺瑯質과 象牙質 境界部까지만 浸透된 境遇

2度 : 色素浸透가 窩洞緣에 局限된 境遇

3度 : 色素浸透가 모든 窩洞에 있으나 齒髓腔內 미치지 않은 境遇

4度 : 充填物과 모든 窩壁사이와 象牙質細管을 通해 齒髓까지 浸入한 境遇

第 3 章 實驗成績

1. 37°C에서 各 充填材의 色素浸透程度는 表 I 과 같다.

Table I. Dye penetration of restorative materials at 37°C.

| Material | No. of restoration | Score of dye penetration | | | | |
|----------|--------------------|--------------------------|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Hi-pol | 20 | | 3 | 4 | 7 | 6 |
| Adaptic | 20 | | 4 | 5 | 6 | 5 |
| Nuva | 20 | 10 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| Epolite | 20 | 5 | 3 | 5 | 3 | 4 |
| Amalgam | 20 | 6 | 4 | 2 | 8 | 0 |

表 I 에서 보는 바와같이 하이폴은 20個中 0度는 없고 1度에 3例, 2度 4例, 3度 7例, 4度 6例로서 Adaptic의 1度에 4例, 2度 5例, 3度 6例, 4度 5例와 거의 비슷하였으며 Nuva는 20例中 10例에서 0度の 浸透도를 나타내어 5種의 材料中 가장 優秀한 邊緣閉鎖性을 보이고 있으며 Epolite는 0度 5例, 3度 3例, 4度 4例로 아말감의 0度에 6例, 3度 8例, 4度 1例와 비슷한 結果를 나타내었다. 그리고 實驗에 使用된 모든 材料에서 齒牙表面에 비해 充填物 表面에 甚한 色素의 沈着이 있었다.

2. 溫度變化를 經 後 充填物의 色素浸透는 表 II 와 같다.

Table II. Dye penetration of restorative materials after temperature cycling.

| Material | No of restoration | Score of dye penetration | | | | |
|----------|-------------------|--------------------------|---|---|---|----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Hi-pol | 20 | | 2 | 1 | 7 | 10 |
| Adaptic | 20 | | 3 | 2 | 6 | 9 |
| Nuva | 20 | 10 | | | 6 | 4 |
| Epolite | 20 | | 2 | 5 | 9 | 4 |
| Amalgam | 20 | 5 | 2 | 3 | 8 | 2 |

表 II 에서 보는 바와 같이 하이폴은 3度~4度の 色素浸透가 20例 中 17例로 溫度變化를 經기전 13例에 비해 약간 높게 나타났고 Adaptic에서도 15例로 나타나 하이

폴과 비슷하였다. Nuva는 0도가 10例로 溫度變化를 經 後 邊緣閉鎖性이 第一 좋았으며 아말감은 37°C 에서와 별차이가 없었고 Epolite는 3度~4도가 13例로 37°C 에서의 7例에 비해 뚜렷한 增加를 보여 다른 材料들에 비해 溫度變化에 第一 影響을 많이 받는 것으로 나타났다.

第 4 章 總括 및 考按

Going⁴⁾, Swartz & Phillips²³⁾ Phillips & Gilmore²⁴⁾, McCurdy²⁰⁾ 等에 依하면 拔去한 齒牙의 象牙質 透過度는 生體齒牙와 類似하다고 報告하고 있으며 室溫에서 齒牙를 染色液에 24時間 埋入시킴으로 象牙質內 最大의 色素浸透가 있었다고 하였고 近來와서는 齒牙와 充填物 사이의 틈을 세밀히 調査하기 위하여 電子顯微鏡 走査(scanning)法이나 中性子를 活性化(neutron activation) 시킴으로서 邊緣漏出을 量的으로 觀察하는 方法等이 시도되기도하나 色素를 利用하여 充填材의 邊緣閉鎖性을 研究하는 方法은 가장 오래되고 자주 利用된 方法中의 하나이므로²⁵⁾ 本 實驗은 國產하이폴의 性質을 實驗的으로 評價하기 위한 一次의인 方法으로 이 材料의 邊緣閉鎖性을 拔去한 齒牙에서 色素에 24時間 浸透시켜 觀察하였다. 本 實驗에 使用된 大部分의 充填材가 相當한 色素浸透도를 보이고 特히 齒頸部와 充填物表面에 浸透도가 甚하게 나타났는데 이는 Tani⁷⁾ Going²⁵⁾, Peterson¹¹⁾, 李¹⁴⁾ 等이 지적한 바와 같이 充填物 周圍의 邊緣漏出은 한가지 原因이 아닌 復合의 原因에 依해서 일어나고 色素浸透는 隣接한 邊緣의 琺瑯質 厚徑과 琺瑯質의 健全性(integrity)等에 影響을 받게되어 齒頸部는 琺瑯質 厚徑이 적고 窩洞形成時 損傷을 잘 받기 때문으로 생각된다. 充填物 表面에 色素浸透가 甚한 것은 色素와의 親和力과 特히 本 實驗에서는 研磨를 하지 않은것이 그 原因으로 여겨진다. 本 實驗의 結果에 依하면 37°C에서 邊緣閉鎖性은 溫度變化에 關係없이 Nuva가 第一 좋았으며 아말감과 Epolite 그리고 Adaptic, Hi-pol의 順이었다. 特히 하이폴은 37°C에서나 溫度變化後에도 Adaptic과 類似한 結果를 보이는것과 Epolite가 溫度變化에 가장 예민한 成績을 나타낸 것은 留意할만하다. Nuva가 邊緣閉鎖性이 第一 좋은 理由는 이 材料가 酸腐蝕法과 Nuva seal을 使用하고 있기 때문으로 생각되며 Lee¹⁸⁾, Laswell¹⁹⁾, Phillips²⁶⁾ 等에 依하면 酸에 依해서 琺瑯質이 腐蝕되면 琺瑯質表面이 別집모양으로되며 이 속으로 레진이나 Nuva seal이 浸透되어 齒質과의 接合과 維持力이 좋아지고 結果的으로

邊緣漏出이 減少된다고 하였다 이러한 事實은 Buonocore¹⁰⁾ Doyle²⁷⁾, Kun²¹⁾ Gwinnett²³⁾, 李¹⁴⁾ 等에 依해서도 確認되었고 또 復合레진은 아크리릭레진보다 Flow가 좋지 않아서 Nuva seal과 같은 Flow가 좋은 材料가 必要하다고 報告하고있다. Adaptic이 Hi-pol과 비슷하게 심한 邊緣漏出이 있는것은 李¹³⁾, 李¹⁴⁾ 等이 發表한 結果와 一致하며 이로써 Hi-pol도 다른 復合레진과 마찬가지로 象牙質과는 接着力은 없고 溫度變化에도 影響을 약간 받는다는 것을 알 수있다. 아말감에서 色素浸透例가 많아 Kakar & Subramarian²⁹⁾, Seltzer³⁰⁾, 林¹²⁾ 等이 얻은 成績과 상당한 差異가 있는것은 事實이나 이는 Going⁴⁾, 25), 林¹²⁾, 李¹⁴⁾, 等이 報告한 바와같이 邊緣漏出의 程度는 材料의 選擇, 實驗方法等에 따라 相違한 成績을 나타내기 때문이라고 생각되며 溫度變化에 影響을 받지않은 結果는 이들의 成績과 一致되고 있다. 溫度變化를 준 實驗에서는 모든 材料에서 僅小한 差異는 있으나 色素浸透程度가 높게 나타났고 특히 Epolite는 第一 많은 影響을 받는것으로 나타나, 이는 Epolite自體의 構成成分이 原因이 아닌가 생각된다. Peterson¹¹⁾의 溫度變化에 따른 邊緣漏出은 30°C(15°~45°C) 程度 差異의 變化에는 크게 增加되지 않으며 60°C(0°~60°C)의 差異에서 많은 量이 增加되었다는 報告와 李¹³⁾의 Composite(Shofu Co.)에 對한 研究에서 Composite는 室溫에서와 溫度變化時의 色素浸透度에 留意할만한 差異는 없었다는 報告, 그리고 Simmon¹¹⁾의 Nuva seal에 對한 研究에서 25分間 11°C~60°C의 온도 循環을 100回以上 反復하였을때 비로소 邊緣에 破損과 齒面과의 分離를 볼수 있었다는 事實과 Peterson¹¹⁾은 生體를 基準으로 充填物이 口腔內 露出되는 實際條件을 보면 훨씬 더 中等의 溫度變化가 必要할 것이라는 見解 등으로 미루어보아 본 實驗의 結果를 口腔內 그레로 적용시켜 Epolite를 제외한 다른 材料들이 溫度變化에 影響을 받는다고 보기에 는 힘들것 같다. 以上 여러가지 事實들을 綜合해 볼때 國產하이폴의 邊緣閉鎖性은 다른外國產 復合레진에 크게 뒤떨어지지 않으며 Adaptic 程度는 된다고 생각된다. 앞으로 이 材料의 齒髓反應이나 溶解度, 變色程度等에 對한 研究가 必要한것은 물론이고 본 實驗에서도 나타난 바와같이 酸腐蝕材와 Nuva seal의 使用이 齒質과 復合레진 間에 接合力을 增加시키는 것이 事實이고 實際 Enamel bonding Adaptic system (J&J, East Windsor, NJ)이나 Enamel bond-Concise system(3M, minneapolis, MN)等과 같은 商品이 開發되어 나오고 있으므로 하이폴도 그러한 方向으로 改善되어야 할것으로 思料된다.

著者は 國產하이폴의 邊緣閉鎖性을 研究하기 위하여 總 200個의 拔去한 齒牙에 하이폴 외 4種의 永久充填材를 充填하고 2% methylene blue 水溶液을 利用하여 37°C에서의 溫度變化를 준 後 色素浸透程度를 比較한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 實驗에 使用된 모든 充填材는 程度의 差異는 있으나 2% methylene blue에 浸透되어 邊緣漏出이 있었다.
2. 하이폴의 邊緣閉鎖性은 Adaptic과 비슷하였으며 다른 材料에 비해 不良한 便이었다.
3. Nuva는 37°C에서나 溫度變化에 關係없이 가장 優秀한 邊緣閉鎖性을 보였다.
4. 溫度變化를 준 境選에는 Epolite를 除外한 모든 材料에서 色素浸透度가 조금씩 增加되었고 Epolite는 溫度變化에 가장 많은 影響을 받았다.

References

- 1) Bowen, R. L. : Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of Bisphenol and Glycidyl acrylate, US patent 3,066, 112. Nov 27, 1962.
- 2) Bowen, R. L. : Properties of silica reinforced polymer for dental restorations. JADA 66 : 57 Jan 1963.
- 3) Clark, J. W. : Clinical dentistry, Vol 4. chap 22. p-4 1976.
- 4) Going, R. E. ; Massler, M. ; and Dute, H. L. : Marginal penetration of dental restorations as studied by crystal violet dye and I¹³¹. JADA, 61 : 285~300 Sept. 1960.
- 5) Phillips, R. W. ; and others. : Adaptation of restoration in vivo as assessed by Ca⁴⁵. JADA, 62 : 9-20. Jan 1961.
- 6) Massler, M. : Biologic considerations in the selection and use of restorative materials. Dent. clin N Amer, march 1965. p131-147.
- 7) Tani, Y. ; and Buonocore, M. G. : Marginal leakage and penetration of basic fuchsin dye in anterior restorative materials. JADA, 78 : 542-548, march, 1969.
- 8) Buonocore, M. G. : New anterior restorative ma-

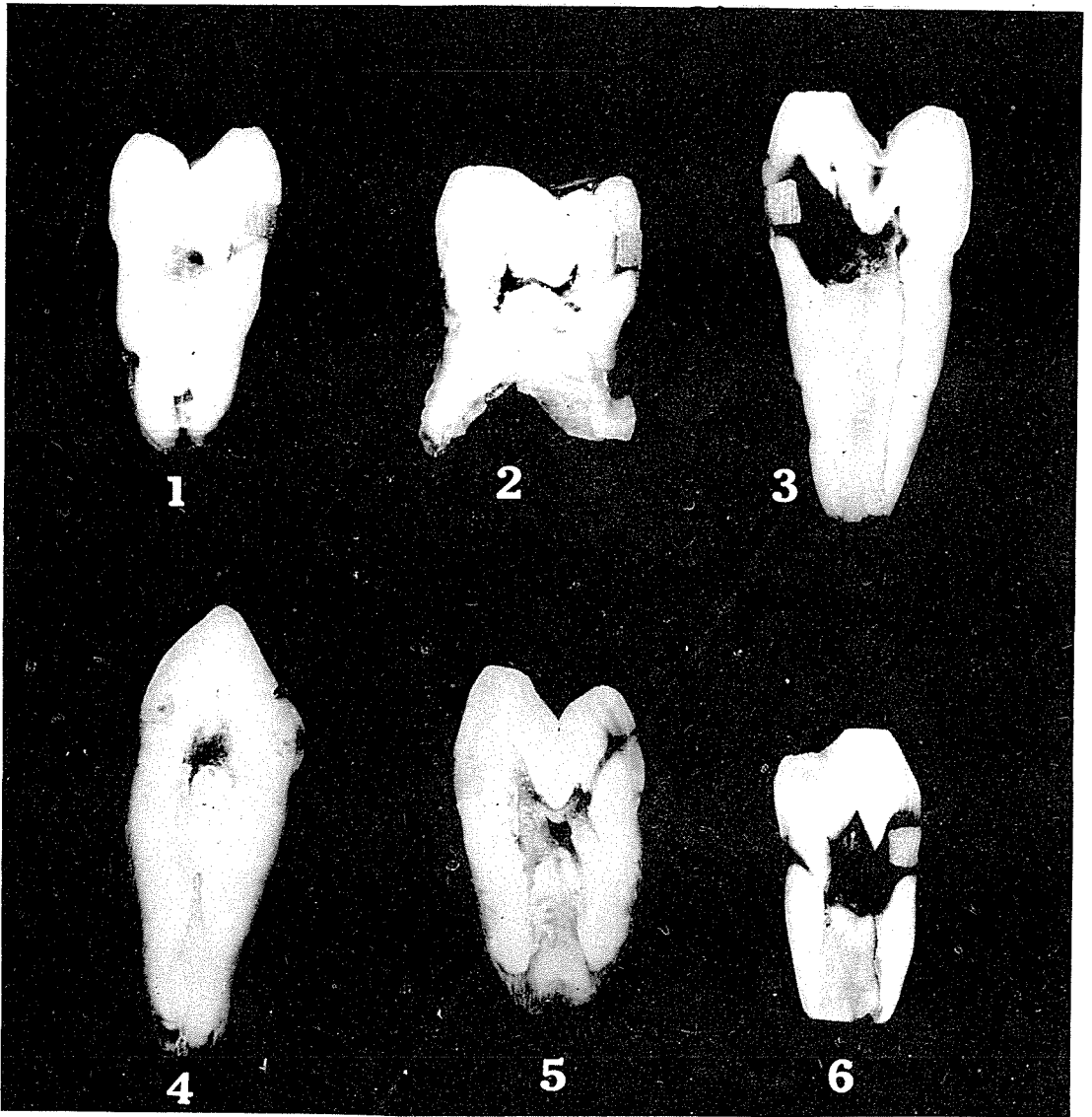


Fig. 1. section of Hi-pol restorativim experimented at 37°C. note the light, thin leakage line running from sides of cavity to pulps

Fig. 2. section of Hi-pol restorativim experimented under temperature cycling. note the leakage of dye to include sides and floor of the cavity

Fig. 3. section of Adaptic restoration experimented under temperature cycling. note heavy leakage of dye through dentin to the pulp.

Fig. 4. section of Nuva system restoration experimented at 37°C note no dye penetration

Fig. 5. section of Epolite restoration experimented at 37°C note no dye penetration

Fig. 6. section of Epolite restoration experimented under temperature cycling note gross leakage along base of cavity to the pulp.

- terials. *Int Dent J*, 18 : 406—420, June 1968.
- 9) Going, R.E. and Sawinski, V. J. : Microleakage of a new restorative material. *JADA*, 73 : 107—115, July, 1966.
 - 10) Buonocore, M.G. : Sheykhoslam, Z., and Glerna, R. : Evaluation of an enamel adhesive to prevent marginal leakage: An in vitro study: *J Dent children*, 40 : 119, 1973.
 - 11) Peterson, E.A. Jr. ; Phillip, R. W., and Swartz, M.L. : A Comparison of physical properties of four restorative resins. *JADA* 73 : 1324 Dec 1966.
 - 12) 林成森 : 各種假封充填材의 邊緣漏出에 關한 實驗的研究, 最新醫學 Vol 7. No 12. 1964.
 - 13) 李允相, 金洪碩, 朴嘉明 : 數種充填材의 邊緣漏出에 關한 實驗的研究, 大齒協會誌 Vol 11. No 5. 1973.
 - 14) 李相昊 : 邊緣漏出防止를 위한 填塞材(Nuva-Seal)의 利用에 關한 實驗的 考察, 大韓小兒齒科學會誌 Vol 3. No 1. 1976.
 - 15) Elena, L. Liatukas : A clinical investigation of composite resin restorations in anterior teeth. *J. Pros. Den.* 27 : 616. Jun 1972.
 - 16) Buonocore, M.G. : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces *J. Dent. Res.* 34 : 849. 1955.
 - 17) Buonocore, M.G. Wileman, W. and Brudevold, F. : A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J. Dent. Res* 35 : 846. Dec 1956.
 - 18) Lee, B.D., Phillips, R.W. and Swartz, M.L. : The influence of phosphoric acid etching on retention of acrylic resin to bovine enamel. *JADA*, Vol 82. June 1971.
 - 19) Laswell, H.R. Welk, D.A, and Regenos, J. W. : Attachment of resin restorations to acid pre-treated enamel. *JADA*, Vol 82. march 1971.
 - 20) McCurdy, C.R. Jr, Swartz, M.L. Phillips, R.W. and Rhodes, B.F. : A comparison of in vivo and in vitro microleakage of dental restorations. *JADA*. 88 : 592 march 1974.
 - 21) Kun, W.B, Pameijer, C.H. : An adhesive for sealing composite resins *J Dent children*; 42 : 105 1975.
 - 22) Galan, J., Mondeli, J. and Coradazzi, J.L. : Marginal leakage of two composite restorative system. *J. Dent. Res.* 55 : 74, Jan 1976.
 - 23) Swartz, M.L. Phillips, R.W. : In vitro studies on the marginal leakage of restorative materials. *JADA*, 62 : 141 February 1961.
 - 24) Phillips, R.W. Gilmore, H.W. Swartz, M.L., Schenker, S.I : Adaptation of restorations in vivo as assessed by Ca^{45} . *JADA* 52 : 9. January 1961.
 - 25) Going, R.E. : Microleakage around dental restorations: a summerizing review. *JADA*, Vol 84 Jun. 1972.
 - 26) Phillips, R.W : Skinner's science of dental materials. ed. 7, W.B Saunders Co. 1973.
 - 27) Doyle, W. A. : Operative dentistry In Goldman, H.M and others. *Current therapy in dentistry* ed 3, St Louis. C.V. Mosby Co. 1968. p843—844
 - 28) Gwinnett, A. J., and Matsui, A.A. : A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch. Oral Bio*, 12 : 1615. Dec 1967.
 - 29) Karkar, R.C. and Subramanian, V. : Sealing qualities of various restorative materials. 13 : 156—165. *J. Pro. Dent.* 1963.
 - 30) Seltzer. S. : Penetration of microorganisms between tooth and direct resin fillings. *JADA* 51 : 560—566. 1955.
 - 31) Simmons, E.W. Barghi, N. Muscolt, JR. : Thermocycling of pit and fissure sealants. *J. Dent Res.* Vol. 55, No 4, p606—610, 1976.