

# Silar (Composite Resin계) 의 變緣漏出에 關한 實驗的 研究\*

서울대학교 齒科大學 保存學教室

權 赫 春

## MARGINAL LEAKAGE TEST ON "SILAR" COMPOSITE RESIN

Hyuk-Choon Kwon, D.D.S., 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 "Silar".

Using freshly extracted human teeth and 2% aqueous methylene blue, the marginal leakage of dye in restorative materials such as Silar, Silar with acid etching technique, Hi-Pol, Hi-Pol Enamel Bond system, Adaptic and Amalgam were investigated at 37°C and under temperature cycling in range of 4°C-60°C. The results as follows;

1. All filling materials showed some degree of marginal penetration by 2% methylene blue dye.
2. Silar with acid etching technique revealed effective marginal sealing ability, but under temperature cycling it showed increased marginal leakage.
3. All composite resins showed greater marginal leakage than amalgam restoration.
4. Silar had the most effective marginal sealing ability in experimented composite resins.

### — 목 차 —

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 고 안
- V. 결 론
- 참고문헌

### I. 서 론

수복물의 변연폐쇄성을 치아수복의 성공 여부에

중요한 요인이 되고있다. 대부분의 충전재는 온도 변화에 따라 변연폐쇄성에 영향을 받는다고 알려져 있다. Nelsen, Wolcott 그리고 Paffenbarger<sup>21)</sup> 는 치과에서 사용되는 모든 영구충전재 및 가봉충전재에 온도 변화를 주었을때 충전재의 변연에 액체 유통이 일어난다고 보고하였다. 이로인해 치아의 변색, 치수병변, 수복물의 파괴 및 2차 우식증의 재발의 원인이 된다고 밝혀져 있다.<sup>20, 39)</sup>

이러한 변연폐쇄성은 근래에 많이 사용되고 있는 복합레진에서 특히 중요시 되고 있다. 전치부에서 주로 사용되는 복합레진은 unfilled acrylic resin 의 단점을 개선하여<sup>22, 23)</sup> 물리적, 기계적 성질이 우수

\*본 연구는 1982년도 서울대학교병원 임상연구비 보조로 이루어진 것임.

한 충전재로 사용되고 있다. 복합레진의 변연누출은 여러 학자들에 의해 연구되었고<sup>9, 10, 24, 25, 26, 27, 28)</sup>, 유지력 증가와 변연누출의 감소를 위해 산부식법을 이용한 방법이 쓰이고 있다.<sup>26, 28-33)</sup>

최근에 개발된 microfilled(or microfine) resin은 filler의 크기를 아주 미세하게 할 수 있다. 본 실험에서 사용된 Silar는 현재 많이 사용하고 있는 복합레진으로, 중량비로 50%, 0.04 $\mu$ m의 Colloidal silica를 filler로 사용하고 있다.<sup>42)</sup> 저자는 색소를 이용하여 Silar의 변연누출도를 종래 사용되어 온 Amalgam 및 전치부 영구충전재와 비교 관찰하여 그 결과를 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료: 성별이나 연령에 관계없이 발거한 치아중 치아 우식증이나 충전물이 없는 치아 240개를 발거 후 즉시 생리식염수에 담근 후 37 $^{\circ}$ C 배양기내에 보관하였다가 Silar(3M dental products), Hipol(Boo-Pyung Co.), Hi-Pol Enamel Bond System(Boo-Pyung Co.), Adaptic(Johnson & Johnson Co.) 및 Amalgam(Orosphere, Pentron Co.) 을 와동내에 충전하고 2% methylene blue 수용액을 이용하여 색소침투정도를 관찰하였다.

2. 실험방법: 본 실험은 37 $^{\circ}$ C 에서와 4 $^{\circ}$ C ~60 $^{\circ}$ C 의 온도변화를 준 두 부분으로 나누어 시행하였다. 이때 사용된 모든 재료는 제조회사의 지시서에 따라 조작하였다.

### (1) 37 $^{\circ}$ C 에 보관한 후 각 충전물의 변연누출을 조사한 경우

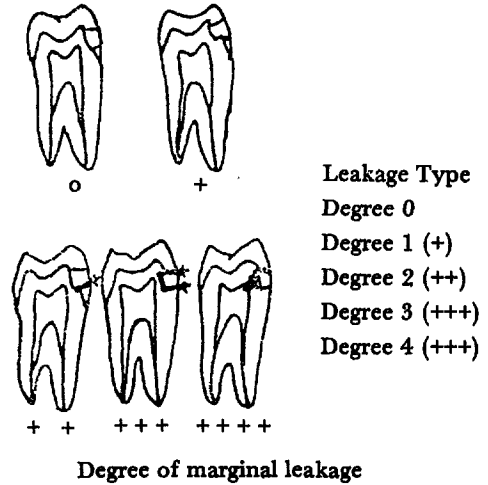
발거한 치아 120개를 pumice로 잘 닦은 후 각각의 치아에 5급와동을 형성하고, 6종의 충전재를 20개씩 나누어 충전하였다. 그 깊이는 치경부에 백아법랑질 경계선 약 1mm 상방에 형성하였고 상아법랑질 경계면 0.5mm 하방까지 와동형성을 하였다. No. 35 inverted cone bur로 300,000rpm의 High speed engine을 사용한 후 20,000rpm의 dental engine을 사용하여 와동형성을 끝마쳤다. 각 충전재를 충전하기 전에 와동을 air spray로 수초간 건조시켰으며 제조회사의 지시에 따라 충전하였고, 충전물이 완전히 굳은 후 중등도의 입자로 된 Sandpaper Disk로 연마하였다.

충전이 끝난 치아는 와동주위 1mm를 제외한 치아의 전 표면에 투명한 Nail painting을 도포한 후 utility wax를 입히고, 2% Methylene blue 수용액에

담구어 37 $^{\circ}$ C 배양기 내에 24시간 보관하였다. 이후 치아는 흐르는 물에 잘 세척하여 과잉색소를 제거하고 중단하여 확대경으로 색소침투정도를 관찰하였다.

### (2) 충전물에 4 $^{\circ}$ C ~60 $^{\circ}$ C 의 온도변화를 준후 변연누출을 조사한 경우

20개씩의 치아에 충전물을 실험방법 (1)과 같이



0도: 충전물과 와벽 사이에 색소침투가 전혀 없는 경우.

1도: 법랑질과 상아질 경계부까지만 침투된 경우.

2도: 색소침투가 와동연에 국한된 경우.

3도: 색소침투가 모든 와동에 있으나 치수강내까지 미치지 않는 경우.

4도: 충전물과 모든 와벽 사이의 상아질 세관을 통해 치수까지 침투한 경우.



Fig. 1. 온도변화를 준 Silar의 경우

### Ⅲ. 실험 성적



Fig. 2. 온도변화를 준 산부식법 사용후 Silar 충전한 경우.

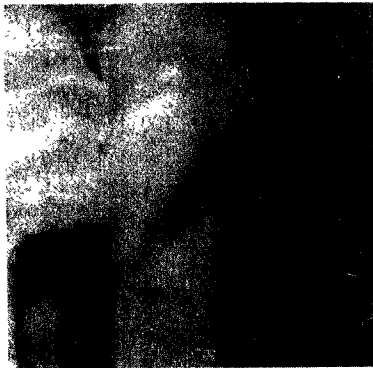


Fig. 3. 37°C에서 Silar의 경우.

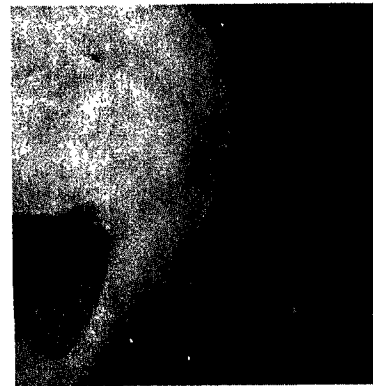


Fig. 4. 37°C에서 산부식법 사용후 Silar충전후경우.

충전한 후 60°C 물에 1분간 담근 후 꺼내어 4°C 물에 1분간 담근기를 10회 반복한 후 37°C 배양기에서 2% Methylene blue에 24시간 보관한 다음 중단하여 관찰하였다.

와동과 충전물 사이의 색소침투도의 판정기준은 다음과 같다.

1. 37°C에서 나타난 각 충전재의 색소침투 정도는 표 1과 같다.

표 1에서 보는 바와 같이 20개의 치아중 산부식법을 이용한 Silar에서 0도에서 10예, 2~3도에서 4예로 다른 충전재보다 우수한 변연폐쇄성을 보이고 있다. 이는 Hi-Pol Enamel Bond System보다 약간 우수한 결과를 나타내고 있다. Silar만을 단독으로 사용한 경우에도 0도가 5예, 3~4도가 5예로 Hi-Pol만 단독으로 충전하는 경우보다 우수한 결과를 보이고 있다. Hi-Pol은 0도에서 3예, 1도에서 2예, 2도에서 5예, 3도에서 7예, 4도에서 3예로 모든 와동내에 색소침투를 보이는 것이 7예로써 가장 많았다. 또 Adaptic은 0도에서 3예, 1도 5예, 2도 6예, 3도 4예, 4도 2예로써 Hi-Pol과 유사한 결과를 나타내었고, Amalgam은 4도에서 0예로써 치수까지 색소가 침투된 예는 하나도 없었다.

Table 1. Dye penetration of restorative materials at 37°C

Materials	No. of restorations	Score of dye penetrations				
		0	1	2	3	4
Silar	20	5	3	7	4	1
S.E.B system	20	10	6	3	1	0
Hi-Pol	20	3	2	5	7	3
H.E.B. system	20	10	4	5	0	1
Adaptic	20	3	5	6	4	2
Amalgam	20	5	3	2	10	0

2. 온도변화를 준 후 충전물의 색소침투도는 표 2와 같다.

표 1과 표 2에서 보면 표 1에서는 Silar가 색소침투도 3~4도에서 20예중 5예, 표 2에서는 9예로 온도변화에 의한 색소침투가 증가한 것을 볼 수 있으며, 산부식법을 사용한 Silar의 경우 표 2에서 0도에서 5예, 3~4도에서 4예로 표 1의 0도에서 10예, 3~4도에서 1예에 비해 색소침투가 온도변화에 따라 많은 영향을 받음을 알 수 있다. 사용된 충전

**Table 2. Dye penetration of restorative materials under temperative cycling**

Materials	No. of restorations	Score of dye penetrations				
		0	1	2	3	4
Silar	20	3	3	5	5	4
S.E.B. system	20	5	5	6	1	3
Hi-Pol	20	0	1	1	8	10
H.E.B. system	20	3	2	3	5	7
Adaptic	20	6	4	1	6	9
Amalgam	20	4	1	4	7	3

재중 Silar가 산부식법을 사용시 가장 좋은 결과를 보이고 있다. Amalgam은 표 1 과 표 2 에서 비슷한 결과를 나타내고 있다.

#### IV. 총괄 및 고안

복합레진의 치아에 대한 유지력 및 변연폐쇄성을 보완하기 위해 개발된 산부식법(Acid-Etching Technique)은 법랑질표면을 산으로 탈회시켜 벌집 모양의 틈을 만들어 이틈으로 충전재를 들어가게하여 법랑질 표면과 충전재간의 물리적 결합력을 높이므로 유지력을 증가시킨다는데 이론적인 근거를 두고 있으며<sup>34, 35, 36</sup>, 부식면에 복합레진만을 사용하여 충전할 경우 별 효과가 없고 유동성이 큰 unfilled acrylic resin을 와동내면과 부식면에 도포함으로써 변연폐쇄성이 좋아진다고 Galan<sup>33</sup>의 여러 학자<sup>26, 31,</sup>

<sup>32</sup>가 밝히고 있다. 이는 복합레진은 flow가 낮아 부식면에 생긴 미세한 틈으로 침투되기 힘들기 때문이다.

본 실험에서 보면 온도변화를 주지 않은 경우 Hi-Pol과 Silar모두 산부식법을 사용한 경우 더 우수한 변연폐쇄성을 보이고 있다.

온도변화에 의한 치아와 충전물사이의 변연부위에 체액유통은 미생물의 침투가 가능하다고 Seltzer<sup>17</sup>, Rose et al<sup>18</sup>, Harrison<sup>19</sup> 등은 말하고 있다. 온도변화에 의한 충전재의 변연누출은 치아와 충전재의 열팽창계수가 다름으로써 발생하는 것이며, 이 열팽창계수가 클수록 변연누출도가 증가하고<sup>7</sup>, 온도변화에 의한 충전재의 변연누출도를 감소시키기

위해서는 치아와 열팽창계수가 유사한 충전재로 사용하는 것이 바람직하다 하겠다.

본 실험에서 온도변화를 준 경우 나타난 결과를 보면 대부분의 복합레진이 온도변화에 영향을 받아 변연누출이 증가하였으며, 특히 Hi-Pol의 경우는 현저히 증가한 것으로 치아조직과 충전재사이의 열팽창계수의 차이가 크다고 추정할 수 있고 Amalgam과의 차이도 큰것을 보면 Souder와 Poffenberger<sup>38</sup>가 치아의 치과재료의 열팽창계수를 조사한 연구에서 보면 치아 11.4(mm/mm/°C×10<sup>6</sup>)(이하 동단위), 치과용 Amalgam 25.0, 치과용 레진 81.0으로 레진이 차이가 더 크다는 것과 일치하고 있다.

Peterson<sup>10</sup>은 복합레진의 물리적 성질을 비교한 연구에서 온도변화에 따른 변연누출은 30°C 정도의 차이에선 크게 변화하지 않고 60°C의 변화에서 크게 증가되었다고 보고하였고, Simmon<sup>39</sup>은 25분간 11°C~60°C의 온도변화를 100회 이상 반복하였을때 충전물변연의 파괴와 치면과의 분리가 있었다고 보고하였고, 본실험에서도 4°C~60°C의 온도변화를 주었을때 전 복합레진의 변연누출이 증가 하였다. Peterson<sup>10</sup>은 생체에서는 구강내에서 온도 변화에 따른 충전물의 변연누출을 인정하기 위해서는 훨씬 심한 온도변화가 필요하다고 밝히고 있다.

이상의 사실에서 볼때 Silar의 변연폐쇄효과는 매우 우수하며, 특히 산부식법을 같이 사용한 경우 좋은 변연폐쇄성을 보이고 있다. 이는 filler의 크기를 작게 개발한 복합레진이기 때문인듯 하며 물리적 화학적 및 임상적으로 더 연구해 볼 필요가 있겠다.

#### V. 결 론

저자는 근래 많이 사용되고 있는 복합레진인 Silar의 변연폐쇄성을 연구하기 위해 총 240개의 발거한 치아에 Silar와 산부식법을 사용한 후 Silar충전외에 4종의 영구충전재를 충전하여 37°C에서와 4°C~60°C의 온도변화를 준 후 2% Methylene Blue 수용액을 이용하여 색소침투도를 비교관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험에 사용된 모든 충전재에서 정도의 차이는 있으나 2% Methylene Blue 수용액에 의해 색소 침투를 나타내어 변연누출이 있음을 보여 주었다.

2. 산부식법을 사용한 Silar는 우수한 변연폐쇄성을 보였고, 온도변화시 변연누출의 증가를 보였다.

3. 모든 복합레진은 Amalgam보다 온도 변화에 대해 민감한 반응을 보였다.
4. Microfilled Resin인 Silar가 실험에 사용된 복합레진중 가장 좋은 변연폐쇄성을 보였다.

## REFERENCES

1. Fish, E.W.: An experimental investigation of enamel, dentin and dental pulp. London, John Bales Sons and Daniesson. Ltd., 1933.
2. Myers, H.M.: Dental pharmacology. In Shapiro, M., ed. The scientific bases of dentistry. Philadelphia. W.B., Saunders Co., 1966. p. 285.
3. Massler, M.: Cavity protection. JADA 61:715, Dec. 1960.
4. Weinwright, W.W.: The application of radioisotopes in dentistry. Forth Rev. Chiago Dent. Soc. 26:5, Aug. 15, 1953.
5. Royhous, R.H.: Penetration around the margins of restorations: 2. Nature and Significance. J. Can. Dent. Assoc. 34:21, Jan. 1968.
6. O'Brein, W.J., Craig, R.G., and Peyton, F.A.: Capillary penetration around a hydrophobic filling material. J. Proth. Dent. 19:339. April. 1968.
7. Going, R.E., Massler, M. and Dute, H.L.: Marginal penetration of dental restorations as strdied by crystal violet dye and I<sup>131</sup>. JADA 61:285, Sept. 1960.
8. Lyell, J., Massler, M. and Barber, D.: Effects of saliva and sulfide solutions in the marginal seal of amalgam restorations. J. Dent. Res. 43:375, May-June, 1964.
9. Going, R.E., and Sawinski, V.J.: Microleakage of a new restorative material. JADA 73:107, July 1966.
10. Peterson, E.A., Phillips, R.W. and Swartz, M.L.: A comparison of the physical properties of four restorative resins. JADA 73: 1324, Dec. 1966.
11. Phillips, R.W. and others: Adaptations restorations in vivo as a'assessed by Ca<sup>45</sup>: JADA 62:9, Jan. 1961.
12. Blackwell, R.E.: Black's operative dentistry. Technical procedures materials. ed 9. South Miowaukee, Wis, Medico-dental Publishing Co., Nov. 1955, Vol. 2, p. 389.
13. Christen, A.G., and Mitchell, D.F.: A flourescent dye method for demonstrating leakage around dental restorations. J. Dent. Res. 45:1485, Sept. - Oct. 1966.
14. Loisel, R.J. and others.: Marginal microleakage-an in vivo assessment. JADA 78: 758, April, 1969.
- 15) Fraser, C.J.: A study of the efficiency of dental fillings. J. Dent. Res. 9:507, Aug. 1969.
16. Kraus, E.E. and Kraus, L.L.: Evaluation of autopolymer direct plastic filling materials. Abstracted. J. Dent. Res. 80:498, Aug. 1929.
17. Seltzer, S.: The penetration of microorgaisms between the tooth and direct resin fillings. JADA 51:560, Nov. 1955.
18. Rose, E.E. and others.: Screening of materials for adhesion to human tooth structure. J. Dent. Res. 34:577, Aug. 1955.
19. Harrison, K.M., Jr.: Bacterial penetration of varnish-lined amalgam restorations. Thesis. Ann. Arbor. Univ. of Michigan, 1964.
20. Harper, W.E.: The character of the adaptation of amalgam to the walls of cavities attained by present methods of instrumentation and the use of the best known alloys, as indicated by air pressure test. Dent. Rev. 36:1179, Dec. 1972.
21. Nelsen, R.J., Woldott, R.B. and Paffenbarger, G.C.: Fluid exchange at the margins of dental restorations. JADA. 44:288, March 1952.
22. Bowen, R.L.: Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidial acrylate, US patent 3,066,112. Nov. 27, 1969.
23. Bowen, R.L.: Properties of silica reinforced polymer for dental restorations. JADA 66:57, Jan. 1963.
- 24) Elena, L.L.: A clinical Investigation of

- composite resin restoration in anterior teeth. *J. Proth. Dent.* 27:616, June 1972.
25. 이윤상 외 : 수중 충전재의 변연누출에 관한 실험적 연구. *대치협회지*, Vol. 11, No. 5, 1973.
  26. 이상호 : 변연누출방지를 위한 전색제의 이용에 관한 실험적 고찰. *대한소아치과학회지*, Vol. 3, No. 1, 1976.
  27. 임성삼 : 각종 가봉충전재의 변연누출에 관한 실험적 연구. *최신의학*, Vol. 7, No. 12, 1964.
  28. 임성삼 : 국산 Hi-Pol 복합레진의 변연누출에 관한 실험적 연구. *대치협회지*, Vol. 15, No. 11, Nov. 1977.
  29. Buonocire, M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.* 34:849, 1955.
  30. Buonocore, M.G., Willeman, W and Brudecoid, F.: A report on a resin composition capable of bonding to human denting surfaces. *J. Dent. Res.* 35:886, Dec. 1956.
  31. Buonocore, M.G., Shekholeslam, Z. and Gleana, R.: Evaluation of an enamel adhesive to prevent marginal leakage. An in vitro study. *J. Dent. Children*, 40:119, 1973.
  32. Kun, W.B., and Pameijer, C.H.: An adhesive for sealing composite resin. *J. Dent. Children*, 42:105, 1975.
  33. Galan, J., Mondeli, J. and Coradazzi, J.L.: Marginal leakage of two composite restorative system. *J. Dent Res.* 55:74, Jan. 1976.
  34. Lee, B.D., Phillips, R.W. and Gilmore, H.W., Swartz, M.L.: The influence of phosphoric acid etching on retention of acrylic resin to bovine enamel.
  35. Laswell, H.R., Welk, D.A. and Regenos, J.W.: Attachment of resin restorations to acid pretreated enamel *JADA* Vol. 82, March 1971.
  36. Phillips, R.W.: *Skinner's science of dental materials.* ed. 7, W.B. Saunders Co., 1973.
  37. Sounders and Paffebarger, G.C.: Physical properties of dental materials. National Breau of standards Circular C433.
  38. Sommons, E.W., Barghi, N., and Muscolt, Jr.: Thermocycling of pit and fissure sealents. *J. Dent. Res.* Vol. 55, No. 4, p. 606-610. 1976.
  39. Tani, Y., Buonocore, M.G.: Marginal leakage and penetration of basic fuchsin dye in anterior restorative materials. *JADA* 78: 5420548, March 1969.
  40. McCurdy, C.R. Jr., Swartz, M.L., Phillips, R.W. and Rhodes, B.F.: A comparison of in vivo and in vitro micreliakage of dental restorations. *JADA* 88:592, March 1974.
  41. Going, R.E.: Microleakage around dental restorations: A summerizing review. *JADA* Vol. 84, June 1972.
  42. Horn, H.R.: Composite resins in dentistry: *The dentalclinics of North America.* p. 219-140, April. 1981.