

## 복합레진의 충전방법에 따른 변연접합성에 관한 주사전자현미경적 연구

연세대학교 치과대학 보존학교실

조현경 · 박동수 · 이찬영 · 이정석

### I. 서 론

Bowen의 연구에 의하여 치과수복재로 획기적으로 발전된 복합레진은 전치부의 수복재료로써 널리 사용되어 왔고 또한 구치부에도 사용할 수 있는 제품이 생산 시판되고 있어 전·구치를 망라한 충전재로 사용하게 되었다. 복합레진의 개발로 치경부마모와 치근부우식증 및 그 밖의 다른 경우에 있어서도 건전한 치질의 삭제를 최소한으로 하면서 기계적유지를 얻음으로써 쉽게 회복하기에 이르렀다.<sup>15,47)</sup> 이러한 심미적 수복재인 복합레진은 최초로 개발된 unfilled 레진에 비하여 물리적 성질이 크게 개선되었으나, 아직도 상당한 중합수축과 열팽창계수의 차이, 수분 흡수등으로 변연폐쇄에 문제가 있고 이에 따른 수복물의 변연누출은 수복재의 파괴와 용해를 촉진하여 치아의 변색 및 지각과민증상, 그리고 2차우식증과 치수병변을 야기시킬 수 있는 결합이 아직 보완되지 않고 있다.<sup>3,5,26,47,63)</sup>

Bowen<sup>7)</sup>은 복합레진이 경화되면서 수축이 일어나고 또 물이나 구강액을 흡수하여 팽창하게 되는데, 경화시 생긴 수축을 수화팽창이 보상할 수 있는지 조사하였고, Gutzman<sup>38)</sup>과 Lee와 Swartz<sup>45)</sup>는 온도변화가 수복물의 변연부접합성에 미치는 영향에 관하여 보고하였다.

변연부에서의 미세누출을 감소시키기 위한 많은 연구가 계속되어 법랑질의 산부식법과 치질에 직접 접촉되는 접착성 레진을 개발하고 와동

형성방법과 와동형태를 변형<sup>28,60,61)</sup>시키거나 충전방법을 달리하는 등<sup>8,17,21-23,50,51)</sup>의 시도가 진행되어 왔다.

Buonocore<sup>17)</sup>가 1955년 법랑질의 산부식법을 소개함으로써 변연누출을 줄이고 유지력을 증가시켜 법랑질에서의 변연부접합성을 증진시키는데 크게 기여하였다. 그러나 상아질은 상당량의 수분과 유기물을 함유하고 있어 상아질과 수복물 간의 화학적 결합을 얻기 힘들고 상아질에서 산탈회시 상아세관주위구조의 소실로 상아세관이 확대되어 독소 및 세균의 유입이 더욱 용이하게 일어나고 치수에 유해한 반응을 일으킬 수 있어 문제가 되어왔다.<sup>12,39,64)</sup> 따라서 상아질이 노출된 치경부병소의 수복에 있어 직접 상아질에 접촉되는 상아질접착제가 개발되었다.<sup>6,15,16,18-20,25-27,31,33)</sup>

수복물의 변연부접합정도의 연구는 염색, 공기압력, 미생물, 방사능 동위원소, 변연부삼투법, 중성자 활성화 분석법 및 주사전자현미경 등을 이용하여 평가되어 왔다. 1970년 Lee와 Swartz<sup>45)</sup>가 복합레진, 실리케이트, 아말감 및 polymethylmethacrylate를 사용하여 변연부 접합성을 주사전자현미경으로 관찰 보고한 이후, McLundie 등<sup>52)</sup>, Sela 등<sup>62)</sup>, Al-Hamadani 등<sup>1)</sup>, Meurman 등<sup>53)</sup>, Dijken 등<sup>24)</sup>과 Flynn 등<sup>32)</sup>은 수복물의 변연누출을, Muller 등<sup>56)</sup>은 복합레진을 충전한 후 산처리한 표면을, Brännström과 Johnson<sup>12)</sup>은 상아질 표면에 여러종류의

세척제 및 용액의 사용에 의한 효과를, 또 Gwinnet<sup>37)</sup>은 산처리한 상아질과 레진 사이의 형태학적 관계를, 그리고 Voss와 Charbeneau<sup>10)</sup>는 산처리한 법랑질에 침투한 접착성 레진의 형태와 길이를 각각 주사전자현미경으로 관찰하는 등 많은 보고가 있었다.

치은퇴축으로 5급와동의 치은부변연이 상아질에 위치하는 경우에서 변연누출이 가장 큰 문제가 된다. 이에 저자는 5급와동에서 복합레진 충전물의 충전방법에 따른 변연접합성을 주사전자현미경으로 관찰하여 얻은바를 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 가. 실험재료

발거된 치아중 성별과 연령에 관계없이 교합면이나 치경부에 치아우식증이나 파절 등이 없는 소구치 30개를 선택하였으며 충전재료는 널리 시판되고 있는 광중합복합레진인 Heliosit<sup>®</sup> (Lichenstein; Vivadent Co.)을 사용하였다.

### 나. 실험방법

치아에 부착되어 있는 치석 및 연조직과 백아질을 제거하고 연마한 후, 고속용 carbide bur를 사용하여 치은변연부가 법랑질-백아질 경계면에서 1mm하방에 위치하도록 하고 절단부변연은 법랑질-백아질 경계면에서 2mm상방에 위치하도록 하여 근원심깊이가 약 3mm, 깊이가 약

1.5~2.0mm가 되는 5급와동을 형성하되, 와우각이 90° butt joint를 이루도록 하였고 저속용 carbide bur로 마무리하였다. (Fig.1)

그후 와동은 물로 세척하고 압축공기로 건조시킨 뒤 치아를 10개씩 무작위로 추출하여 3가지 충전방법에 따라 분류하였다.

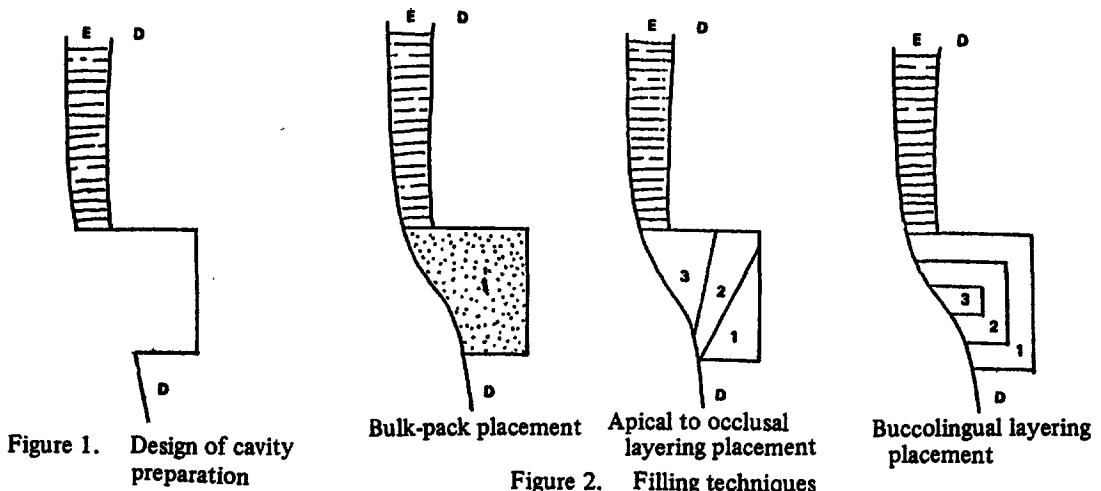
제 1군: bulk-pack 충전방법

제 2군: 치경부에서부터 교합면부로 3번에 나누어 첨가하면서 충전 (apical to occlusal layering)하는 방법

제 3군: 협설축으로 3번에 나누어 첨가하면서 충전 (buccolingual layering)하는 방법 (Fig.2)

각 군의 치아를 37% 인산용액으로 법랑질 변연에 60초간 산탈회시키고 45초간 물로 완전히 세척한 뒤 광중합 상아질접착제인 Adhesit<sup>®</sup>을 치면에 얇게 도포하고 10초간 가시광원 (Heliomat, Vivadent)을 조사하였다. Heliosit<sup>®</sup>복합레진을 전술한 3가지 충전방법에 의해 충전하였고, 여러번으로 나누어 충전한 경우, 매 충전시 마다 20초간 가시광원을 조사, 3군 모두 총 광원조사시간은 60초로 동일하게 하였다.

충전이 끝난 치아들은 24시간동안 생리식염수에 보관한 후 Sof-Lex<sup>®</sup> (3M<sup>®</sup>) polishing disk로 연마하고 50회에 걸쳐 4℃와 60℃의 물속에 1분간씩 교대로 침윤시키고나서 치아와 수복물 사이의 접촉면에서의 접합성을 주사전자현미경으로 검경하였다.



### Ⅲ. 실험성적

#### 가. Bulk pack 충전방법

교합변연부의 법랑질에서는 치질과 레진이 매우 긴밀하게 접촉되어 있는 양상을 관찰할 수 있었다. (Fig.3)

치은변연부의 상아질에서는 심한 변연누출이 나타났으며 복합레진과의 결합이 파괴되면서 법랑질변연쪽으로 끌려 올라간 상태를 관찰하였다. (Fig.4)

법랑질-백아질 경계부를 중심으로, 상·하방에 위치한 근원심변연에서는 법랑질과 상아질에서의 뚜렷한 접합성이 차이를 관찰할 수 있었다. (Fig.5, Fig.9, Fig.12)

#### 나. Apical to occlusal layering 충전방법

교합변연부의 법랑질에서는 변연부 접합성이 우수하게 관찰되었는데 (Fig.6), 상아질 변연에서는 명백한 미세누출이 관찰되었다. (Fig.7) Bulk-pack 충전방법에서와 같이 복합레진이 상아질에 일단 접촉되었다가 경화되면서 법랑질쪽으로 끌려 올라감으로써 미세누출이 형성됨을 관찰할 수 있었다. (Fig.8)

#### 다. Buccolingual layering 충전방법

교합변연부의 법랑질에서는 2,000 배로 확대하여 검경한 경우에도 변연부의 미세누출을 관찰하기 어려웠다. (Fig.10)

치은변연부에서는 다른 충전방법에서와 같이 미세누출이 관찰되었으며 복합레진의 일부가 상아질에 부착되어있고 나머지는 법랑질변연쪽으로 끌려 올라가 있었다. (Fig.11)

### Ⅳ. 총괄 및 고찰

Unfilled 레진은 물리적성질중에서 중합수축과 열팽창계수가 크므로 이러한 레진에 60~70%의 filler를 첨가하여 복합레진을 개발하였고, 1970년대 초반에는 레진의 중합반응이 광선(자외선)에 의해서 행해지는 광중합

복합레진이 개발되어 working time을 자유자재로 조절할 수 있고 연마시간을 단축할 수 있게 되었다. 그러나 복합레진은 열팽창계수의 차이와 경화시의 중합수축 등으로 변연밀폐가 매우 어려우며, 또한 변연부접합성은 법랑질의 산탈회방법, 상아질접착제의 사용, 와동형태 및 형성방법, 수복물의 충전방법, 마무리술식과 수복재자체의 성질에 좌우된다.

본 실험에 사용된 Heliosit<sup>®</sup>은 filler의 직경이 평균 0.04 $\mu$ m인 silica를 39wt%로 첨가시킨 것<sup>65)</sup>으로 Lutz와 Phillips의 분류에 따르면 heterogenous microfilled composite resin with splintered prepolymerized particle에 속하며<sup>49,68)</sup> 광중합 복합레진이다. 또 인위적 변연누출을 위해 온도변화를 실시하였는데, Nelson 등<sup>56)</sup>과 Selzer<sup>63)</sup>는 구강내에서 충전물의 가장 낮은 온도는 4 $^{\circ}$ C의 얼음물을 마실때의 9 $^{\circ}$ C이고 가장 높은 온도는 60 $^{\circ}$ C의 커피를 마실때의 52 $^{\circ}$ C로 측정된다고 하였으며 복합레진은 열팽창계수 (20 ~ 32  $\times 10^{-6}$  mm/ $^{\circ}$ C)<sup>66)</sup>가 치질의 열팽창계수 (11.4  $\times 10^{-6}$  mm/ $^{\circ}$ C)보다 2~3배 크므로 복합레진 수복물의 변연누출이 온도변화의 영향을 받는다는 보고에 따라 4 $^{\circ}$ C와 60 $^{\circ}$ C물에 1분간 교대로 침윤시키는 온도변화를 실시하였으며 와동형성방법과 와동형태에 따라 변연누출정도에 차이가 있다고 하였으나<sup>41)</sup> 본 실험에서는 충전방법에 따른 변연접합성을 비교하기 위해 와동우각변연을 직각(butt joint)으로 형성하였다.

본 실험에서 변연접합성을 비교한 결과 법랑질변연에서는 충전방법에 관계없이 우수한 변연접합성을 보였다.(Fig.3, Fig.6, Fig.10).

이는 교합변연부에서는 충분한 두께의 법랑질이 존재하여 산탈회방법과 중간접착제의 사용에 의해 좋은 결합력 및 밀폐성을 유지함으로써 충전방법이 변연접합성에 영향을 미치지 못하는 것으로 생각되는데, 이는 Azarbal<sup>4)</sup>, Kanter<sup>44)</sup>, 이<sup>67)</sup>의 연구보고와 일치하고 있다.

치은변연부의 상아질에서는 충전방법에 관계 없이 모두 변연누출이 관찰되었다. (Fig.4, Fig. 7, Fig.8, Fig.11). 이는 상아질접착제와 상아질과 일단 접촉되었다가 경화되는 동안, 상아질과의 결합력보다 더 큰, 중합수축에 의한 응력에 의해 결합이 파괴되면서 법랑질쪽으로 들러 올라간 것으로 생각된다. 즉 상아질에서는 상아질에 대한 산탈회도 치수의 유해작용으로 사용이 제한되며 상아질과 직접 접촉되는 접착제도 법랑질에 비해 현저히 떨어지고 있어 상아질에서의 변연접합성을 유지하기 힘들다. Erickson 등과 이등<sup>67)</sup>은 한번에 충전한 경우보다 여러번으로 나누어 충전한 경우에서 치경부의 미세누출을 줄일 수 있다고 했는데 반하여, Morin<sup>54)</sup>은 상아질 접착제를 사용하고 치경부부터 레진을 첨가하면서 중합시킨 경우에서도 치경부에서의 변연누출을 막을 수 없다고 보고하였다. 본 실험은 주사전자현미경으로 변연접합성을 비교, 관찰한 것이기 때문에 정확하게 충전방법에 따르는 변연누출의 양적인 감소가 있었는지를 논하기 어렵고 단지 상아질에서는 상아질접착제 사용과 충전방법에 관계없이 변연누출이 일어났음을 관찰할 수 있었다.

레진 경화시 중합수축의 방향이 변연접합성에 영향을 미치는데<sup>5,63)</sup> 자가중합레진은 수복물의 중심을 향해 수복물의 전표면에서 일어나고 광중합레진은 광원에 가까운 표면에서부터 경화되기 때문에 바깥층을 향해 수축이 일어난다. 이러한 수축력에 의해 치은변연부에서 기계적 결합을 하고 있는 법랑질이 파괴될 수 있고 복합레진내에도 cracks이 야기된다고 했다.<sup>2,50)</sup> 또 Lutz 등<sup>51)</sup>은 복합레진 경화시 수축방향은 결합력이 약한 부위에서 강한 부위로 향하며 수축정도는 전체체적의 2.0%~3.2%라고 하였으며 Bausch<sup>5)</sup>등은 복합레진의 수명을 결정짓는 많은 요소중의 하나가 중합수축이며, 또한 변연접합성에도 중대한 영향을 미친다고 역설하였다.

레진을 충전하는 방법은 다양한데, 광중합레진 충전시 종종 한번에 충전하지 않고 여러번으로 나누어 소량씩 첨가하면서 충전할 경

우, 큰 와동수복시 광원에 의하여 중합될 수 있는 제한된 수복재의 두께를 보완하며 적절한 contour를 유지할 수 있어 연마하는데 걸리는 시간이 단축되는 등의 장점을 갖는다. 여러번으로 나누어 충전할 경우 레진과 레진층(increments)사이에서의 결합력과 밀폐성에 대한 의문점이 제기된 바, 이에 Boyer 등<sup>10)</sup>과 Podshadley 등<sup>59)</sup>, Lyoid 등<sup>46)</sup>은 광중합레진에서 먼저 중합된 층과 그 위에 다시 첨가하여 중합된 층(increments)사이의 결합강도를 측정하였는데, increments사이의 결합강도는 수복물에 전혀 해가 되지 않을 정도로 강하다고 하였으며 Podshadley와 Gullet 등<sup>58)</sup>은 increments사이의 폐쇄성에 대하여 염색을 이용하여 측정한 바, 염색이 침투된 정도를 관찰할 수 없었다고 하였다. 따라서 여러번으로 나누어 충전할 경우 레진층사이에서의 미세누출은 임상적으로 문제되지 않는다고 사려된다. 그러므로 레진의 충전방법을 달리 하여, 치은퇴축으로 5급와동의 치은부변연이 상아질에 위치하는 경우, 상아질에서의 변연누출을 줄일 수 있다면, 이 방법을 임상에 적용, 변연누출에 의해 파생되는 많은 문제들을 해결할 수 있게 된다. 이에 Crim 등<sup>21)</sup>은 염색을 이용하여 충전방법에 따른 변연누출정도를 측정하였는데, 충전방법에 따른 변연누출의 차이는 없었으며 사용된 접착제의 종류에 따른 변연누출의 차이가 있다고 보고하였다. 국내에서는 이<sup>67)</sup>가 자가중합레진과 광중합레진을 사용, 충전방법에 따른 변연누출정도를 염색을 이용, 평가하였는데 치은변연부에서 광중합레진의 경우, 충전방법에 따른 미세누출의 차이가 없다고 보고하였다.

David Eick와 Welch<sup>23)</sup>은 2급와동에서 광중합레진을 이용하여 충전방법이 중합수축에 미치는 영향을 주사전자현미경으로 관찰하였는데, bulk-pack 충전방법에서 가장 심한 중합수축이 나타났으며 buccolingual layering 충전방법이 중합수축을 최소화할 수 있는 방법이라고 주장하였다.

미세누출을 평가하기 위해서 많은 방법이 이

용되어 왔는데, 그중에서 염색을 이용하여 염색이 침투한 정도를 가지고 미세누출정도를 평가하는 방법이 가장 널리 쓰여지고 있다. 그러나 이 방법은 다른 실험방법과 비교·평가하기에는 편리하나, 변연접합성을 직접 관찰할 수가 없으므로 본 실험에서는 주사전자현미경으로 수복물과 치질사이의 변연접합성을 정확히 파악할 수 있었다. 즉 수복물주위의 gap에 대한 형태학적 관계를 관찰할 수 있었다.

이상의 사항등을 고려해 볼 때 복합레진의 법랑질변연에서의 접합성은 상당히 우수하나 상아질에서는 아직 임상적으로 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 경화시 중합수축이 없고 열팽창계수가 치질과 유사한 복합레진의 개발, 법랑질과 상아질에 모두 만족할 만한 결합력을 갖는 접착제의 개발과 또 새로운 복합레진에 대한 바람직한 임상시술방법등 계속적인 연구 및 개발이 요구된다.

## V. 결 론

발거된 소구치 30 개에 5급와동을 형성하고 Heliosit<sup>®</sup>을 사용하여 한번에 충전하는 방법 (bulk-pack placement), 치경부에서 교합면부로 첨가하면서 충전하는 방법 (apical to occlusal layering placement), 협설측으로 첨가하면서 충전하는 방법 (buccolingual layering placement)에 의하여 각각 충전하고 수복물과 치질사이의 접촉면에서의 접합성을 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 법랑질에서의 변연부접합성은 충전방법에 관계없이 모두 우수하게 나타났다.
2. 상아질에서의 변연누출은 충전방법에 관계없이 모두 관찰되었다.
3. 광중합복합레진에서 충전방법에 따른 변연부접합성의 차이를 관찰할 수 없었다.

## 참 고 문 헌

1. Al-Hamadani, K. K., and Crabb, H. S. M.: Marginal adaptation of composite resins, *J. Oral Rehabil.*, 2:21, 1975.
2. Asmussen, E., and Jørgensen, K. D.: A microscopic investigation of the adaptation of some plastic filling materials to dentinal cavity walls, *Acta Odont. Scand.*, 30:3, 1972.
3. Asmussen, E.: Composite restorative resins: composition versus wall-to-wall polymerization contraction, *Acta Odont. Scand.*, 33:337, 1975.
4. Azarbal, P., and Denehy, G.E.: Insertion techniques and adaptation of composite resin to cavity margins, *J. Prosth. Dent.*, 46:66, 1981.
5. Bausch, J. R. et al.: Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins, *J. Prosth. Dent.*, 48:59, 1982.
6. Bowen, R.L.: Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II: Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer, *J. Dent. Res.*, 44:895, 1965.
7. Bowen, R. L., Rapson, J. E., and Dickson, G.: Hardening shrinkage and hygroscopic expansion of composite resins, *J. Dent. Res.*, 61:654, 1982.
8. Boyd, D.A.: Direct self-curing resin restoration, *Dent. Clin. North Am.*, 2:107, 1957.
9. Boyer, D. B., Chan, K. C., and Tomey, D. L.: The strength of multilayer and repaired composite resin, *J. Prosth. Dent.*, 39:63, 1978.
10. Boyer, D. B., Chan, K. C., and Reinhardt, J. W.: Build-up and repair of light-cured composites: Bond strength, *J. Dent. Res.*, 63: 1241, 1984.

11. Brännström, M., and Johnson, G.: Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: A scanning electron microscopic investigation, *J. Prosth. Dent.*, 31:422, 1974.
12. 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.
13. Brännström, M., Torstenson, B., and Nordenvall, K.J.: The initial gap around large composite restorations in vitro: The effect of etching enamel walls, *J. Dent. Res.*, 63:681, 1984.
14. Brännström, M.: Composite resin restorations: biological considerations with special reference to dentin and pulp, P. 71. In G. Vanherle and D. C. Smith (eds.) *Posterior Composite Resin Dental restorative Materials*, St. Paul: 3M Co., 1985.
15. Broome, J. C., Duke, E. S., and Norling, B. K.: Shear bond strengths of composite resins with three adhesives, *J. Dent. Res.*, Abstr. # 622, 1985.
16. Bunker, J. E.: Adhesive for bonding composites to dentin, *J. Dent. Res.*, Abstr. # 467, 1983.
17. Buonocore, M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic-filling materials to enamel surface, *J. Dent. Res.*, 34:849, 1955.
18. Chalkley, N.J., and Jensen, M.: Composite resin microleakage: Effect of bonding agents and polishing times, *J. Dent. Res.*, Abstr. # 74, 1984.
19. Chan, D. C. N., Reinhardt, J. W., and Jensen, M. E.: Shear bond strength of a new dental adhesive, *J. Dent. Res.*, Abstr. # 1341, 1984.
20. Cobb, E.N., Bowen, R. L., and Setz, L. E.: A procedure for bonding to both dentin and enamel, *J. Dent. Res.*, Abstr. # 612, 1983.
21. Crim, G. A., and Chapman, K. W.: Effect of placement techniques on microleakage of a dentin-bonded composite resin, *Quint. Int.*, 17:21, 1986.
22. Davidson, C. L., and De Gee, A. J.: Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites, *J. Dent. Res.*, 63:146, 1984.
23. David Eick, J., and Welch, F. H.: Polymerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity, *Quint. Int.*, 17:103, 1986.
24. Dijken, J. W. V., Horstedt, P., and Meurman, J. H.: SEM study of surface characteristics and marginal adaptation of anterior resin restorations after 3-4 years, *Scand. J. Dent. Res.*, 93:453, 1985.
25. Dumsha, T., and Biron, G.: Inhibition of marginal leakage with a dentin bonding agent, *J. Dent. Res. Abstr.* # 1343, 1984.
26. Dunkanson, M. G., Miranda, F. J., and Probst, R.T.: Resin dentin bonding agent-rationale and results, *Quint. Int.* 17:625, 1986.
27. Ebright, C. S., Duke, E. S., and Norling, B. K.: Microleakage of composites following the use of dentin bonding agents, *J. Dent. Res.*, Abstr. # 626, 1985.
28. Eriksen, H. M., and Buonocore, M. G.: Marginal leakage with different composite restorative materials: effect of restorative techniques. *J. Am. Dent. Assoc.*, 93:1143, 1976.
29. Fan, P. L.: Resin dentin bonding systems, *J. Am. Dent. Assoc.* 108:240, 1984.
30. Fraunhofer, J. A. V., and Hammer, D. W.: Microleakage of composite resin restorations, *J. Prosth. Dent.*, 51:209, 1984.
31. Fuks, A. B., Hirschfeld, Z., and Grajower, R.: Marginal leakage of cervical resin restorations with a bonding agent, *J. Prosth. Dent.*, 54:654, 1985.

32. Flynn, M.: SEM investigation of in vivo performance of eight composite resins, *J. Prosth. Dent.*, 39:529, 1978.
33. Gillette, K. E., Robinson, B. E., and Blank, L. W.: A dentin-bonding agent and microleakage below the cementsoenamel junction, *J. Dent. Res.*, Abstr. # 73, 1983.
34. Going, R. E., and Sawinski, V. J.: Microleakage of a new restorative material, *J. Am. Dent. Assoc.*, 73:107, 1966.
35. \_\_\_\_\_: Microleakage around dental restorations: a summerizing review, *J. Am. Dent. Assoc.*, 84:1349, 1972.
36. Gross, J. D., Retief, D. H., and Bradley, E. C.: Tensile bond strengths of dentin bonding agents to dentin, *J. Dent. Res.*, Abstr. # 621, 1985.
37. Grundy, J. R. : An intra-oral replica technique for use with the scanning electron microscope, *Brit. Dent. J.*, 130: 113, 1970.
38. Gutzman, H. Z., Swartz, M. L., and Phillips, R. W.: Marginal leakage of dental restorations subjected to thermal stress, 21:166, 1969.
39. Gwinnett, A. J.: The morphologic relationship between dental resins and etched dentin, *J. Dent. Res.*, 56:1155, 1977.
40. Gwinnett, A. J., and Jendresen, M. D.: Micromorphologic features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin, *J. Dent. Res.*, 57: 543, 1978.
41. Hembree, J. H., and Andrews, J. T. : Microleakage of several class V anterior restorative materials: a laboratory study, *J. Am. Dent. Assoc.*, 97:179, 1978.
42. Jacobsen, P. H.: Working time of polymeric materials, *J. Dent. Res.*, 55:244, 1976.
43. Jørgensen, K. D., Asmussen, E., and Shimokobe, H.: Enamel damage caused by contracting restorative resins, *Scand. J. Dent. Res.*, 83:120, 1975.
44. Kanter, J., Koski, R. E., and Gough, J. E.: Evaluation of insertion methods for composite resin restorations, *J. Prosth. Dent.* 41: 45, 1979.
45. Lee, H. L., and Swartz, M. L.: SEM study of composite restorative materials, *J. Dent. Res.*, 49:149, 1970.
46. Lloyd, C. H., Baigrie, D. A., and Jeffrey, I. W.: The tensile strength of composite repairs, *J. Dent. Res.*, 8:171, 1980.
47. Luescher, B. et al.: Microleakage and marginal adaptation in conventional and adhesive class II restorations, *J. Prosth. Dent.* 37: 300, 1977.
48. \_\_\_\_\_: The prevention microleakage and achievement of optimal marginal adaptation, *J. Prev. Dent.*, 4:16, 1977.
49. Lutz, F., and Phillips, R. W.: A classification and evaluation of composite resin systems, *J. Prosth. Dent.*, 50:480, 1983.
50. Lutz, F. et al.: Optimizing the marginal adaptation of MOD composite restorations, P. 405 In G. Vanherle and D. C. Smith (eds.), *Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials*. St. Paul: 3M Co., 1985.
51. Lutz, F., Krejci, I., and Oldenbrug, T. R.: Elimination of polymerization stress at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique, *Quint. Int.*, 17:777, 1986.
52. McLundie, A. C., and Murray, F. D.: Silicate cements and composite resins—A scanning electron microscope study, *J. Prosth. Dent.* 27:544, 1972.
53. Meurman, J. H., Asikainen, M., and Nevaste, M.: Adaptation of some dental restoratives to cavity walls as observed with the scanning electron microscope, *Proc. Finn. Dent. Soc.*, 71:36, 1975.
54. Morin, H. S.: In vitro leakage of restorations located at the cementsoenamel junction, M.

- S. Thesis University of Iowa, 1984. (cited from # 50)
55. Muller, H. J., Bapna, M. S., and Wayman, R. D. : Scanning Electron Microscope study of a composite dental restorative material after surface etching, *J. Dent. Res.*, 50:512, 1971.
  56. Nelsen, R. J., Wolcott, R. B., and Paffenbarger, G. C.: Fluid exchange at the margins of dental restorations, *J. Am. Dent. Assoc.*, 44: 288, 1952.
  57. Phillips, R. W.: *Skinner's science of dental materials*, 8th ed. P. 54, Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1982.
  58. Podshadley, A. G., Gullet, C. E., and Crim, G.: Interface seal of incremental placement of visible light-cured composite resins, *J. Prosth. Dent.*, 53:625, 1985.
  59. Podshadley, A. G., Gullet, C. E., and Binkley, T. K.: Interface strength of incremental placement of visible light-cured composites, *J. Am. Dent. Assoc.*, 110:932, 1985.
  60. Retief, D. H. et al.: Surface topography of the enamel margins of butt and beveled Class V preparations, *J. Prosth. Dent.* 48: 166, 1982.
  61. \_\_\_\_\_: Effect of cavosurface treatment on marginal leakage in class V composite resin restorations, *J. Prosth. Dent.*, 47:496, 1982.
  62. Sela, M. et al.: Adaptation of silicate and Adaptic<sup>®</sup> to the margins of cavities: A scanning electron microscope study, *J. Oral. Rehabil.* 2:117, 1975.
  63. Seltzer, S.: The penetration of microorganisms between the tooth and direct resin fillings, *J. Am. Dent. Assoc.*, 51:560, 1955.
  64. Vojinovic, O., Nyborg, H., and Brännström, M.: Acid treatment of cavities under resin fillings: Bacterial growth and pulpal reactions, *J. Dent. Res.*, 52:1189, 1973.
  65. 신용필등 : V급 와동 변연부형태 및 복합 레진 종류에 따른 변연누출에 관한 실험적 연구, *대한치과보존학회지*, 12:107, 1986.
  66. 엄정문, 이명종 : Composite resin의 근황, *대차협회지*, 24:119, 1986.
  67. 이상호 : 5급와동 복합레진 수복에서 충전 방법이 변연누출에 미치는 영향에 관한 실험적연구, 석사학위논문, 연세대학교대학원, 1987.
  68. 이정석 : 보존학 Note., PP. 60 ~ 65, 서울, 연세대학교 치과대학 보존학교실, 1986.



– Abstract –

**A Scanning Electron Microscopic Study for the Effect of the Filling Techniques of Composite Resin on the Marginal Adaptation**

**Hyun Kyung Cho, Dong Su Park, Chan Young Lee, Chung Suck Lee**

*Department of Operative, College of Dentistry  
Yonsei University*

The purpose of this study was to evaluate the marginal adaptation of Class V resin restorations by the filling techniques. The cavities were filled with Heliosit<sup>®</sup> light curing composite resin system in accordance with the following three filling techniques – bulk-pack placement technique, apical to occlusal layering placement technique, and buccolingual layering placement technique.

And the interface between the restoration and the tooth structure was observed with scanning electron microscope.

The following results were obtained.

1. Marginal adaptation of enamel showed excellent irrespective of the filling techniques.
2. Marginal leakage of dentin was observed irrespective of the filling techniques.
3. No difference of marginal adaptation according to the filling techniques was observed in light curing composite resin.



Fig. 3. Bulk-pack placement technique enamel margin (x 500)

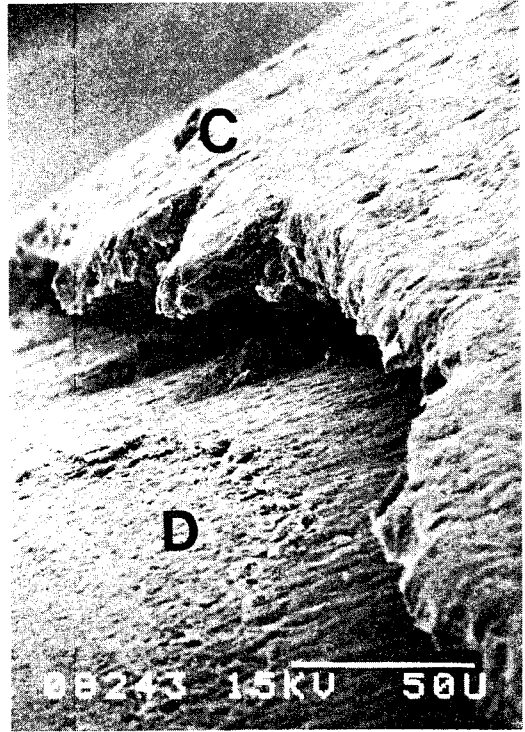


Fig. 4. Bulk-pack placement technique dentin margin (x 500)



Fig. 5. Bulk-pack placement technique proximal margin (x 250)

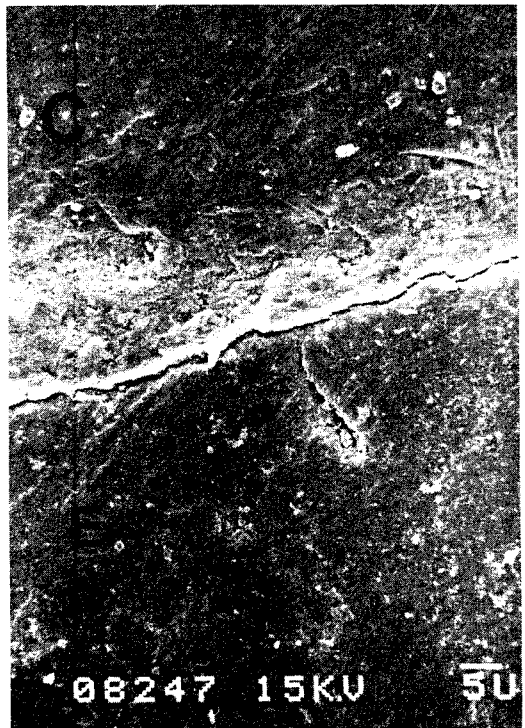


Fig. 6. Apical to occlusal layering placement technique enamel margin (x 1000)

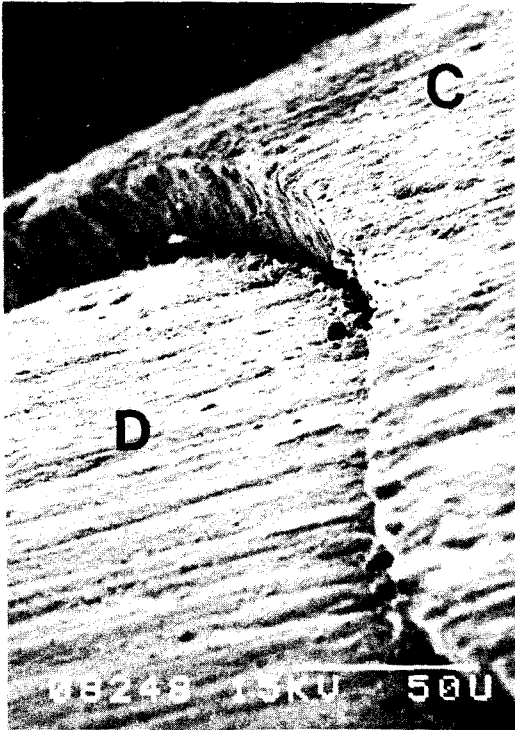


Fig. 7. Apical to occlusal layering placement techniques, dentin margin (x 500)

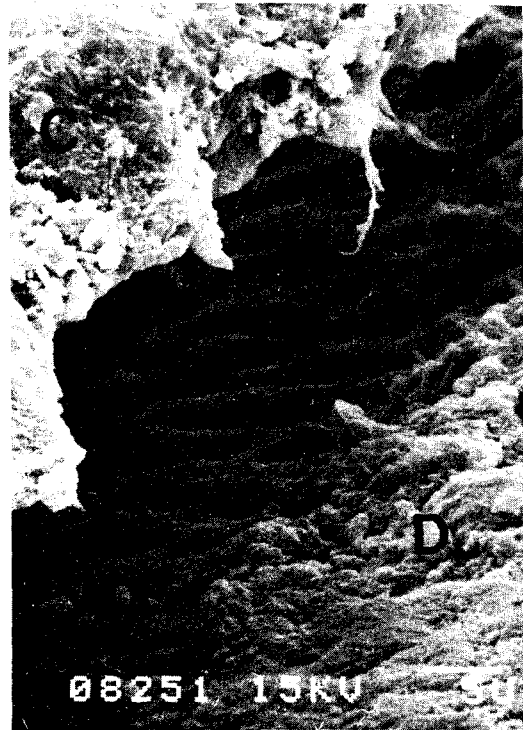


Fig. 8. Apical to occlusal layering placement technique, dentin margin (x 2,000)

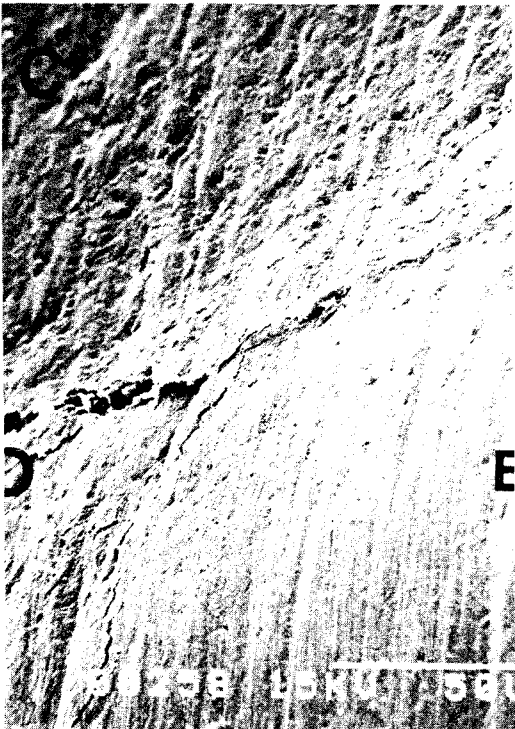


Fig. 9. Apical to occlusal layering placement technique, proximal margin (x 500)

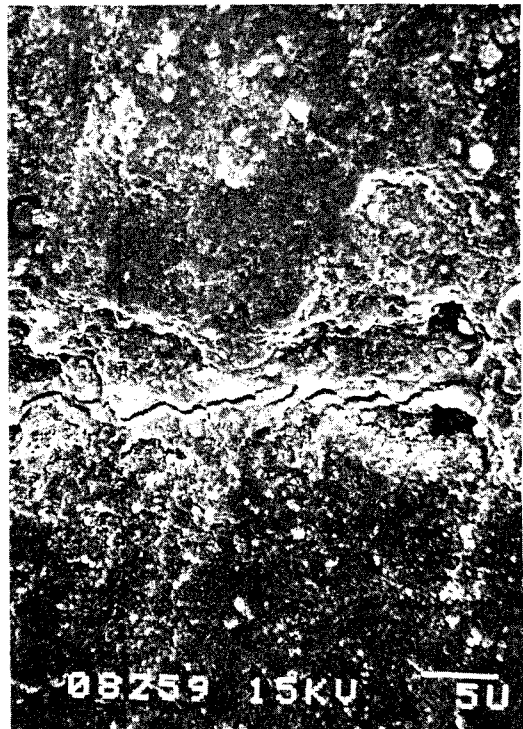


Fig. 10. Buccolingual layering placement technique enamel margin (x 2,000)

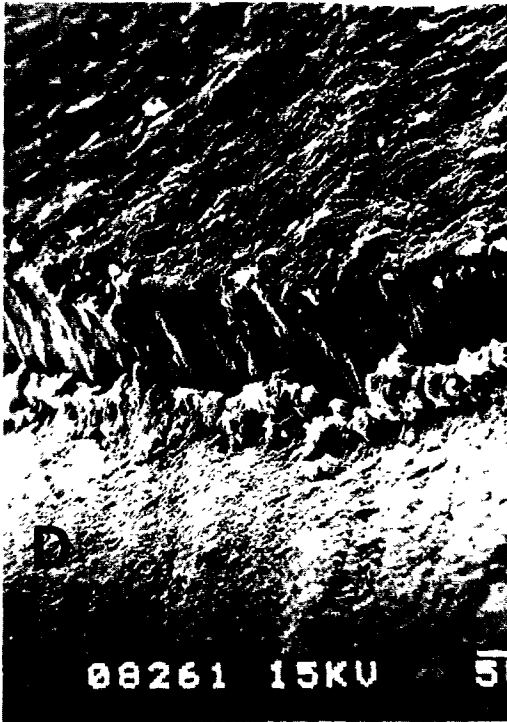


Fig. 11. Buccolingual layering placement technique, dental margin (x 1,000)

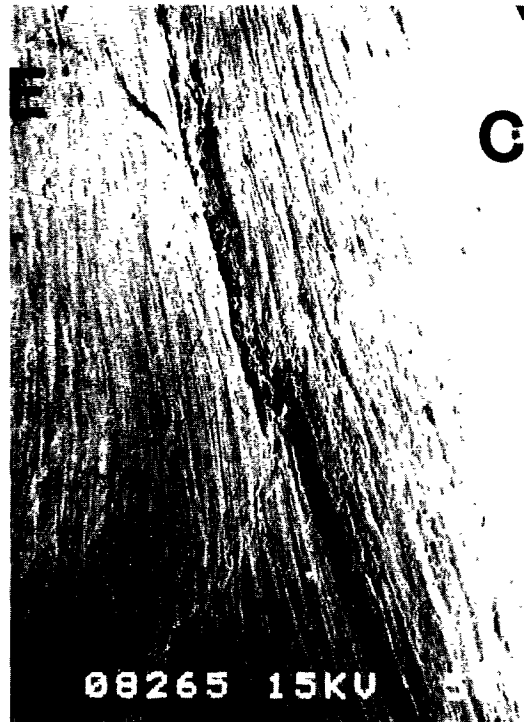


Fig. 12. Buccolingual layering placement technique, proximal margin (x 100)