

## Primer Bonding agent, 복합레진 내의 불소의 범랑질에 대한 항우식 작용

연세대학교 치과대학 보존학교실

박 성 호

### Abstract

#### THE ANTICARIOGENIC EFFECT OF F IN PRIMER, BONDING AGENT AND COMPOSITE RESIN IN THE CAVOSURFACE ENAMEL AREA

Sung-Ho Park

*Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry,  
Yonsei University*

This study was designed to evaluate the anticariogenic effect of F in primers, bonding agents, composite resins or glass ionomer cements in enamel. Twenty-five extracted teeth were selected and a cavity was prepared on either the buccal or the lingual surface of each tooth. After pumicing and etching, the samples were divided into 5 groups. In group A, the samples were primed, bonded and filled with ART bond and Brilliant Enamel (Coltene, Switzerland). Group B composed of Optibond and Herculited XRV (Kerr, USA), group C composed of Syntac and Tetric (Vivadent, Lichtenstein), and group D composed of Scotchbond Multipurpose and Z 100 (3M, YSA), In group E, the samples were filled with glass ionomer cement (Fuji II LC, Japan), All surfaces except the 2mm beyond the cavosurface margin of the sample were protected, and samples were then put into an acid buffer for 3 days to develop the initial caries. The samples were then sectioned through the filling body into thin wafers and then examined with a polarizing microscope under water imbibition. The fluoride in primer, bonding agent, or composite filling material did not prevent the initial caries in the enamel area adjacent to the filling body whereas the fluoride in the glass ionomer did prevent the initial stage caries.

이 논문은 1995년도 산업보건센터의 연구비 지원으로 이루어 졌습니다.

## I. 서 론

불소가 초기의 치아우식을 예방한다는 것은 잘 알려져 있어서 우식 예방을 위한 방법으로 불소가 포함된 치약의 이용, 상수도 불소화사업, 불화물도포 등의 방법이 이용되고 있다. 한편, 수복물 주위로의 2차우식을 예방하기 위하여 실리케이트 시멘트<sup>9)</sup>, 글라스아이노머<sup>27)</sup>, 아말감<sup>7)</sup>이나 복합레진<sup>16)</sup>과 같은 충전물에 불소를 포함시켜서 2차우식을 막아 보려는 연구가 진행되었으며, 소위 fluoride exchanging resin system이 시도 되었는데<sup>16)</sup>, 이것은 복합레진 기질 내에 불소를 함유시켜, 방출을 유도하는 것으로 인접 법랑질에 불소가 침착 되고, 탈회도 줄어드는 것으로 평가되었으나 복합레진 자체의 물리적 성질이 낮아지는 것이 관찰되어 널리 이용되지는 못하였다. 두번째 방법은 복합레진을 치아에 충전하기 전에 불소용액을 치아에 도포하는 것이었는데<sup>17)</sup>, 임상적으로 적합하지 않고<sup>1)</sup>, 치아에 대한 결합 강도가 낮아지는 것이 문제점으로 지적되었다<sup>18)</sup>. 세번째 방법은, 복합레진의 무기 filler에 불소를 함유시키는 것인데<sup>2)</sup>, 인접치아에 불소가 침착되며<sup>2)</sup>, 탈회도 줄어드는 것으로 보고되었다<sup>9)</sup>. 또한 실험용 sealant에서 불소가 가수분해에 의하여 복합레진으로 부터 유리되어 치아에 침착한다고 보고되었다<sup>22)</sup>. 최근에 복합레진의 무기 filler 뿐만이 아니라, bonding agent, primer에 불소를 포함 시킨 제품들이 개발되어 2차 우식을 예방하는데 도움을 주는 것으로 평가되고 있다.

그런데, 이러한 결론을 내린 대부분의 연구들이 이러한 재료들이 불소를 유리하거나<sup>1, 22)</sup> 불소가 인접치아에 침착되며<sup>2, 4)</sup>, 이러한 재료들을 이용하여 수복한 치아의 탈회가 반대편에 있는 치아에 비하여 작다<sup>6, 22)</sup>는데 근거하고 있다. 하지만 복합레진의 경우 불소의 방출양이 glass ionomer에 비하여 상대적으로 매우 적고<sup>8)</sup>, 또한 대부분의 유리 불소는 셋겨 내려가기 때문에 불소를 방출한다는 사실만으로 이러한 재료들이 2차우식을 막을 수 있다고 결론을 내릴 수는 없다.

또한 불소의 함량이 각각의 치아 뿐만이 아

니라 하나의 치아에서도 각 부위에 따라 다르기 때문에 반대쪽의 치아의 불소함량과 비교한다는 것도 옳은 방법이라고 말하기 어렵다. 따라서 Cavosurface margin에서 실지로 항우식 작용이 일어나는지를 관찰하는 것이 더욱 중요하다고 할 수 있다.

따라서 이번 연구를 통하여 칫재, primer, bonding agent, 복합레진 내 포함된 불소가 수복물 주위의 법랑질에 대하여 항우식 작용을 하는지를 관찰하고, 둘째, 이를 glass ionomer의 경우와 비교하여 두 재료의 항우식 작용을 비교하며, 셋째, 이상의 사실을 통하여 수복물 주위의 2차우식을 막을 수 있는 효과적인 재료가 어떠한 것인지를 판단하도록 한다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 가. 실험대상 및 전처치

발치한 지 7일 이내의, 치아우식이나 법랑질부의 결손이 없는, 25개의 치아를 대상으로 하였다. 발치후 즉시 치아에 붙은 치석, stain 등을 scaler와 curet을 이용하여 깨끗이 제거한 후 불소가 포함되어 있지 않는 pumice를 이용하여 치면을 연마하고 0.5% chlorform 용액에 저장하였다.

### 나. 실험방법

각 치아의 협면 또는 설면에 carbide bur를 이용하여 2×3×1.5mm의 와동을 형성하고 pumice를 이용하여 와동과 그 변연부를 연마하고 증류수를 이용하여 세척하였다. chisel을 이용하여 와동벽이 치아의 외면과 90도를 이루도록 조절한 후, 치아를 임의로 5군으로 나누었다. A, B, C, D 군은 법랑질의 와동벽을 37% 인산 (Etchant Gel, Coltene, Switzerland)으로 30초간 산부식 한 후, 각각 ART bond와 Brilliant (A군), Optbond와 Herculite XRV(B군), Syntac과 Tetric(C군), Scotchbond Multipurpose과 Z100(D군)를 이용하여 수복하였고 E 군은 Fuji II LC를 이용하여 수복 하였다(Table 1). 모든 군에서 60초간 광중합을 시행한 후, #15 blade를 이용하여 와동의 변연부를 정리

Table 1. Descriptions of the materials

Experimental Grup	Priming/Bonding Material	Restorative Material	Characteristics	Manufacturer
A	ART Bond	Brilliant Enamel	Fin Primer	Coltene, Switzerland
B	Optibond	Herculite XRV	Fin Bonding Agent	Kerr, Romulus, MI 48174
C	Syntac	Tetric Resin filler	Fin Composite Liechtenstein	Vivadent, Schaan,
D	Scotchbond Multipurpose	Z100	No F	3M, St. Paul MN 55144
E		Fuji II LC	Fin matrix	GC, Japan

Table 2. Number of samples which showed caries inhibition zone around cavosurface margin

Group	Caries Inhibition Zone around cavosurface margin			n
	Present	Not present	Sample failed	
A	0	4	1	5
B	0	5	0	5
C	0	5	0	5
D	0	4	1	5
E	4	0	1	5

하여, 충전물이 cavosurface margin위에 존재하지 않도록 하고, 흐르는 물에 24시간 보관하였다. 글라스아이노머 충전군은 증류수에 침적시키기 전에 petroleum jelly으로 도포한 후 위의 과정을 시행하였다. 그 후, cavosurface margin의 2mm 바깥까지 nail varnish를 이용하여 도포한 후, 인공우식형성 완충액에 3일간 넣어 25°C에서 보관하였다. 인공우식형성 완충액의 구성은 이전의 연구에 기초하여<sup>15)</sup> pH 4.3, lactic acid 100mM, calcium 16 mM, phosphate 8mM, sodium azide 3mM로 만들고 the degree of saturation을 0.15로 하였다. 그 후 sample을 microtome(Maruto, Japan)과 SiC paper를 이용하여 150um의 박편으로 만들고, 편광현미경을 이용하여 증류수 용매 하에서 관찰하였다.

#### 다. 평가

편광현미경 하에서 cavosurface margin 부위의 우식 여부를 관찰하고, 항우식대가 관찰되는 경우, cavosurface margin으로부터의 거리를 측정하였다.

또한 각 군에 있어서 인공우식 층의 깊이를 측정하여 Kruscal-Wallis를 이용하여 95%의 신뢰도로 분석하였다.

### III. 실험결과

1, 2, 3, 4 군의 모든 치아에서, cavosurface margin 부위에 인공우식 병소가 발생했다(Table 2, Faig. 1). 몇 개의 시편에서는 cavosurface margin 부위의 병소가 다른 부위보다 더욱 진행된 형태로 나타났다(Fig. 2). 하지만 5군에서는 모든 시편에서 cavosurface margin 주

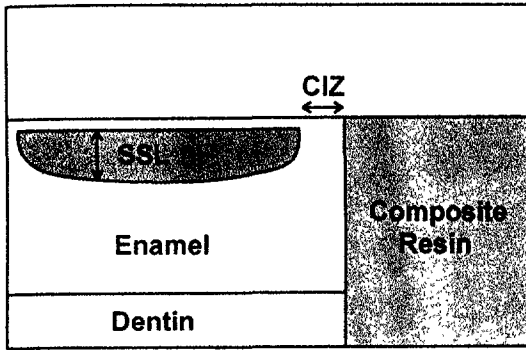


Fig. 1 Diagrammatic representation of caries inhibition zone and subsurface lesion. SSL : subsurface lesion, CIZ : caries inhibition zone

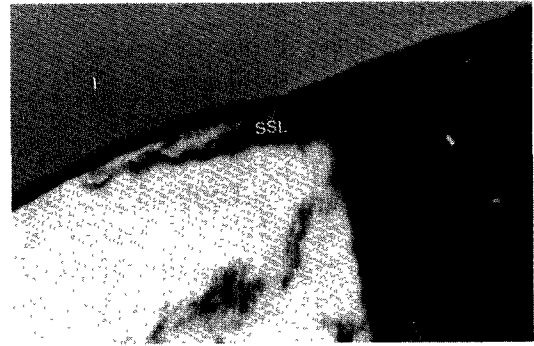


Fig. 2 Samples in groups A, B, C & D show subsurface lesions which extend to the filling body.

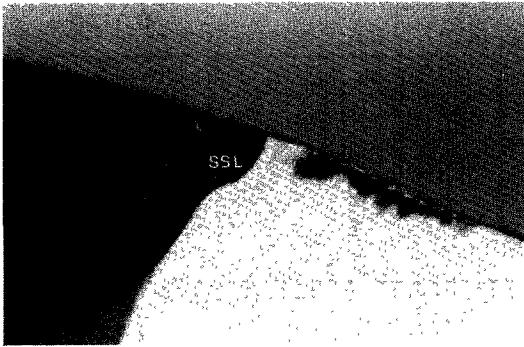


Fig. 3 In some samples in groups A, B, C, & D, the initial caries start and extend more deeply in the cavosurface area.

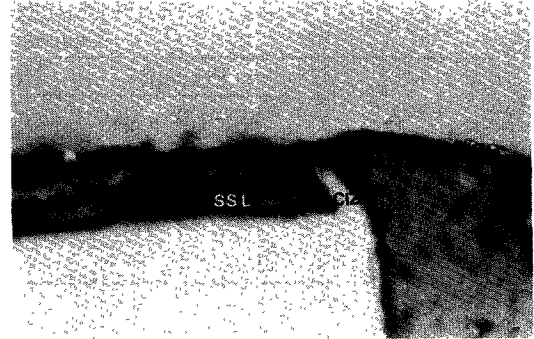


Fig. 4 Samples in group E show the subsurface lesion which extends short of the filling body.

Table 3. Average width(um) of caries inhibition zone.

Groups joined by vertical lines were not significantly different at p 0.05 level

Group	Depth of subsurface lesion	
	X	sd
A	0	0
B	0	0
C	0	0
D	0	0
E	15	5

Table 4. Average depth(um) of subsurface lesion.

Groups joined by vertical lines were not significantly different at p 0.05 level

Group	Depth of subsurface lesion	
	X	sd
A	70	15
B	70	10
C	65	15
D	70	10
E	70	10

위로 항우식대가 형성되어 있었으며 넓이는 15  $\mu\text{m}$  이었다(Table 3). 실험과정에서, 3개의 시편에서 파절이 일어나, 항우식대의 존재 여부를 관찰하지 못했다. 인공우식층의 깊이는 모든 군에서 차이가 없이 70 $\mu\text{m}$ 였다(Table 4).

#### IV. 총괄 및 고찰

광중합복합레진에 함유된 불소의 항우식 작용에 대해 2가지 기전이 제시되고 있다.

첫째, NaF가 *Streptococcus mutans*의 성장을 억제 시키고 세균이 복합레진에 부착하는 것을 억제한다는 것이다<sup>2)</sup>. 하지만 다른 연구에서 glass ionomer cement에 포함되어 있는 불소는 *Streptococcus mutans*의 성장을 억제 시켰지만 복합레진에 포함되어 있는 불소는 그렇지 못했다는 보고도 있었다<sup>3)</sup>.

둘째, 불소가 복합레진의 표면에서부터 치아로 이동하여 침착하여 치아 표면의 탈회를 예방한다는 것이다. Arends와 Zee<sup>2)</sup>는 불소를 유리하는 복합레진과 치아 박편사이에 200 $\mu\text{m}$ 의 간격을 인위적으로 형성하고 관찰하였을 경우, 치아 박편에 불소가 침착되는 것을 관찰하고, 만약 치아와 불소함유복합레진 사이에 간격이 발생하였을 경우에 치아의 탈회를 예방할 수 있을 것이라 하였다. 하지만 구강내의 조건이 타액, 음료수 및 음식물의 섭취 등의 영향을 받는 등, 실험실 상의 조건처럼 안정된 상태가 아니기 때문에, 이러한 간격이 발생할 경우, 복합레진으로부터 불소가 유리되어 치아에 침착하는 것은 실험상에서 보다 어려울 것으로 사료된다.

이번 연구에서 Tetric을 사용하였을 경우 인접 법랑질의 항우식 작용이 나타나지 않았는데, 이것은 치아에 도포한 접착제에 의하여 불소의 치아내 침착이 방해를 받았거나, Tetric으로부터 방출되는 불소의 양이 glass ionomer보다 충분하지 않았기 때문에 사료된다<sup>6)</sup>.

Optibond의 경우, 접착제에 filler로서 boronfluoride가 포함되어 있는데, 인접법랑질에 대한 항우식 작용은 나타나지 않아서 Capilouto등<sup>4)</sup>의 보고와는 다른 결과를 나타냈다.

그들은 이 접착제를 이용한 경우, 인접 법랑질의 불소함량이 반대측 해당 치아에 비하여 높다고 보고하고, 이것은 boronfluoride로부터 불소가 인접 치아로 침착되었기 때문이라고 하였다. 그렇지만, 불소의 함량이 치아에 따라서 또, 치아의 각 부위에 따라서 달라질 수 있게 때문에 반대측 치아의 불소 함량을 기준으로 평가한다는 것은 적절치 못할 수도 있다.

ART Bond의 경우, NaF가 maleic acid와 혼합된 형태로 primer에 들어있어서, primer로 치아를 처리하는 과정에서, 치아내로 침투하여 항우식 효과를 나타낸다고 제조회사에서는 주장하고 있다. 하지만 이번 연구에서 와동과 인접한 법랑질에서 이러한 현상은 보이지 않았다.

이번 연구에서 복합레진, primer, 또는 접착제 내에 YbF, boronfluoride, 또는 NaF의 형태로 존재하는 불소가 와동과 인접한 법랑질에는 항우식 효과가 없는 것으로 나타났는데, 상아질 혹은 백악질에 대하여 어떻게 작용할지는, 추가적인 연구가 필요하리라 사료된다. 즉 상아질이나 백악질은 법랑질에 비하여 무기물의 함량이 낮고, 상아세관등이 존재하여, 불소의 침투가 용이하기 때문에 불소가 효과적으로 작용할 수 있는 가능성은 더 높다고 할 것이다<sup>19,20)</sup>.

많은 임상 보고에서, 글라스아이노머 수복을 한 경우에, 아말감이나 복합레진으로 수복한 경우보다 낮은 2차우식이 발생한다고 보고하고 있다. 글라스아이노머를 fissure sealant로 사용하였을 경우에 탈락률은 84%로 복합레진을 사용하였을 경우에 비하여 높지만 2차우식은 나타나지 않았다<sup>11)</sup>. 또한 5급와동을 복합레진으로 수복하였을 경우 6%의 2차우식이 나타났지만 글라스아이노머로 충전하였을 경우에는 1%의 2차우식 발생했다<sup>20)</sup>. 이렇게 글라스아이노머로 충전을 하였을 경우 우식 예방효과가 나타나는 것은 오랜 시간 동안 불소가 지속적으로 방출되며, 치태내의 산도를 줄여서, *Streptococcus mutans*의 증식을 억제하기 때문으로 보고 되었다<sup>20)</sup>. 하지만 글라스아이노머에 인접한 치태내에서 방출되는 불소의 양이 Strepto-

*coccus mutans*의 증식을 억제하기에 충분한 양은 아니라는 보고도 있다<sup>20)</sup>.

이번 연구에서 산완충액에 노출된 법랑질 표면 중에서 글라스아이노머에 인접한 법랑질에서만 항우식 효과가 나타났다. 이와같은 사실은 글라스아이노머로 부터 방출되어 와동과 인접한 법랑질 부위(cavosurface margin)에 축적되는 불소가 글라스아이노머 표면으로부터 단순히 방출되어 산완충액내로 유리되는 불소에 비하여 2차우식 예방에 중요한 역할을 한다는 것을 나타낸다.

이번 실험에서 사용한 인공우식 유발법은 Margolis와 Moreno<sup>22)</sup>에 의하여 연구된 방법에 기초한 것인데, 이 방법은 매우 효과적이어서 인공우식을 유발시키는데 단 3일의 기간이 소요되었다. 하지만 인체내에서의 조건보다 너무 빨리 인공우식이 유발되어, 이러한 현상이 이번 실험의 결과에 영향을 미쳤을 가능성도 있다고 할 것이다.

## V. 결 론

인공우식형성 완충용액을 이용하여, 성분 내에 불소를 함유하고 있는 수복용 복합레진과 글라스아이노머의 2차우식 예방 효과를 평가하여 다음의 결과를 얻었다.

1. Primer, 접착제, 혹은 복합레진 내에 불소가 함유된 수복용레진으로 충전한 경우, 와동과 인접한 법랑질 부위에서 2차우식효과는 나타나지 않았다.
2. 글라스아이노머를 이용하여 충전한 경우 와동과 인접한 법랑질 부위에서 2차 우식 효과가 나타났다.

## Referance

1. ARENDS J & RUBEN J(1988) Fluoride release from a composite resin. Quintessence International 19 : 513-514.
2. ARENDS J & VAN DER ZEEY(1990) Fluoride uptake in bovine enamel and de-

ntin from a fluoride releasing composite resin. Quintessence International 21:541-544.

3. BAPNA MS, Murphy R & Mukherjee S (1988) Inhibition of bacterial conlonization by antimicrobial agents incorporated into dental resins. Journal of oral Rehabilitation 15 : 405-411.
4. CAPILOUTO ML, DEPAOLA & GRON P (1990) In vivo study of slow-release fluoride resin and enamel uptake. Caries Research 24 : 441-445.
5. DESCHEPPER EJ, WHITE RR & VON DER LEHR W (1989) Antibacterial effect of glass ionomers. American Journal of Dentistry 2 : 51-56.
6. DIJKMAN GEHM & ARENDS J (1992) Secondary caries in situ around fluoride-releasing light-curing composite : A quantitative model investigation on four materials with a fluoride content between 0 and 26%. Caries Research 26 : 351-357.
7. FORSTENL(1976) Fluoride release from a fluoride containing amalgam an dluting cements. Journal of Dental Research 84 : 348-350.
8. FORSTENL(1990) Short-and long-term fluoide release from glass ionomers and other fluoride-containing filling materials in vivo. Scandian Journal of Dental Research 98 : 179-185.
9. FORSTEN L, PAUNIO IK(1972) Fluoride release b silicate cements and composite resins. Scandinavian Journal of Dnetal Research 80 : 515-519.
10. JENSEN ME, WEFEL JS, HAMMERS-FAHR PD, CABBELL RC & SMITH RC (1991) In vitro recurrent caries : Fluoride composite. Journal of Dental Research 70 : Abstracts of Papers p 307 Abstract 332.
11. MEJAREI & MJÖR IA(1990) Glass ionomer and resin-based fissure sealants : a

- clinical study. *Scandinavian Journal of Dental Research* 98 : 345–350.
12. MARGOLIS HC & MORENO EC (1985) Kinetic and thermodynamic aspect of enamel demineralization. *Caries Research* 19 : 22–35.
  13. MARGOLIS HC, MURPHY BJ & MORENO EC (1985) Development of caries like lesions in partially saturated lactate buffers. *Caries Research* 19 : 36–45.
  14. NYSTROM GP, HOLTAN JR & DOUGLAS WH (1990) Effects of fluoride pretreatment on bond strength of resin bonding agent. *Quintessence International* 21 : 495–499.
  15. PARK SH, LEE CY & LEE CS (1993) The effect of acid concentration and pH of lactate buffer solution on the progress of artificial caries lesion in human tooth enamel. *The Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 18 : 277–290.
  16. RAWLS HR & ZIMMERMAN BF (1983) Fluoride-exchanging resins for caries prevention. *Caries Research* 17 : 32–43.
  17. SHEN C (1985) Controlled release of fluoride in connection with dental composite resin. *Biomater* 6 : 383–388.
  18. SHIBATANI T, UI T, KAWAI K & TSUCHITANI Y (1989) Basic study of fluoride-releasing adhesive resin for prevention of root caries : 2. Enhancement of acid resistance of the dentin. *Journal of Osaka University Dental School* 29 : 109–116.
  19. SKARTVEIT L, TVEIT A B, TOTDAL B, OVREBO R & RAADAL M (1990) In vivo fluoride uptake in enamel and dentin from fluoride containing materials. *Journal of Dentistry for Children* 57 : 97–100.
  20. SWIFT EJ Jr (1989) Effects of glass ionomers on recurrent caries. *Operative Dentistry* 14 : 40–43.
  21. SVANBERG M, MJÖR IA & ORSTAVIK D (1990) Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass ionomer restorations. *Journal of Dental Research* 69 : 861–964.
  22. TANAKA M, ONO H, KADOMA Y & IMAIY (1987) Incorporation into human enamel of fluoride slowly released from a sealant in vivo. *Journal of Dental Research* 66 : 1591–1593.
  23. TEMIN SC & CSUROS Z (1988) Long-term fluoride release from a composite restorative. *Dental materials* 4 : 184–186.
  24. TVEIT AB & TOTDAL B (1981) Fluoride uptake by cavity walls from a fluoride-containing amalgam in vitro. An electron microprobe analysis. *Acta Odontologica Scandinavica* 39 : 107–113.
  25. TYAS MJ (1993) The effect of dentine conditioning with polyacrylic acid on the clinical performance of glass ionomer cement. *Australian Dental Journal* 38 : 46–48.
  26. VAN DIJKEN K, PERSSON S & SJÖSTRÖMS (1991) Presence of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli* in saliva and on enamel, glass ionomer cement, and composite resin surface. *Scandinavian Journal of Dental Research* 99 : 13–19.
  27. WILSON AD, GROFFMANN DM & KUHN AT (1985) The release of fluoride and other chemical species from a glass ionomer cement. *Biomater* 6 : 431–433.