

## 치면 산처리가 V 급 와동의 compomer 수복에서 미세누출에 미치는 영향

문상희 · 이창섭 · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

치면 산처리가 V 급 와동의 compomer 수복에서 미세누출에 미치는 영향을 평가하기 위하여 180개의 발거된 건전한 치아에 생리적인 치수내압을 가한 시편을 제작하였으며, CEJ 1mm 상방에 6×3×2mm의 상자형 V 급 와동을 형성하여 수복재료 및 산처리 시간에 따라 다음과 같이 30개씩 6개의 군으로 분류하였다.

A : Dyract AP + Prime&Bond 2.1

1군 : 산처리 없음, 2군 : 15초간 산처리 시행, 3군 : 30초간 산처리 시행.

B : F2000 + Single Bond adhesive

1군 : 산처리 없음, 2군 : 15초간 산처리 시행, 3군 : 30초간 산처리 시행.

산처리를 제외한 모든 수복과정은 제조회사의 지시에 따랐으며, 수복 후 시편은 5~55℃에서 500회의 thermocycling을 거쳐 5% methylene blue 용액에 5시간 동안 침적 후 교정용 투명레진에 매몰되었다. 저속용 경조직 절단기로 시편을 절단 후 20배율의 stereoscope 하에서 미세누출을 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 교합벽에서 Dyract AP는 산처리를 시행한 군이 산처리를 시행하지 않은 군에 비해 유의하게 낮은 미세누출을 보였지만 ( $p < 0.05$ ), F2000에서는 산처리 여부가 미세누출 정도에 유의차를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).
2. 치은벽에서 Dyract AP는 산처리를 시행하지 않은 1군이 2군에 비해 유의하게 높은 미세누출 정도를 보였지만 ( $p = 0.003$ ), 3군과는 유의차를 보이지 않았고( $p = 0.99$ ), F2000에서는 산처리가 미세누출을 유의하게 감소시켰다( $p < 0.05$ ).
3. 교합벽과 치은벽의 비교에서, 두 재료 모두 교합벽에서 낮은 미세누출 정도를 보였지만, Dyract AP의 3군에서는 유의성을 보이지 않았다( $p = 0.117$ ).
4. 두 재료 모두 2군과 3군 사이의 미세누출 정도에서는 유의차를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

이를 종합해 볼 때, compomer 수복 시 산처리는 미세누출을 감소시키는 유효한 방법이라고 사료된다.

**주요어** : compomer, 5급와동, 미세누출, 산처리, 생리적인 치수내압

### I. 서 론

접착성 수복재료는 Bowen<sup>1)</sup>에 의해 복합레진이 개발되고, Kent 등<sup>2)</sup>과 Wilson<sup>3)</sup>에 의해 글래스 아이오노머 시멘트가 개발된 이후 치아 삭제량이 적고 심미성이 우수하여 현재까지 임상에서 널리 이용되고 있다. 글래스 아이오노머 시멘트는 법랑질과 상아질에 직접 접착하고, 열팽창계수가 자연치와 유사하며, 생체 친화성이 높고, 불소를 유리하는 등 여러 가지 장점이 있는 반면, 복합레진에 비해 심미성과 물성이 떨어지며 경화시간이 길고 초기의 수분오염과 탈수에 민감하다는 문제점 때문에, 수복 후에 구강내의 타액이나 미생물이 와동내에 침투되어 과

민반응이나 충전물의 용해 및 파괴, 변연변색과 2차 우식 및 치수병변이 유발될 가능성이 있으므로 복합레진보다 제한적으로 사용되었다<sup>4-8)</sup>.

이러한 글래스 아이오노머의 단점을 해결하기 위해 글래스 아이오노머 시멘트에 복합레진의 성분을 첨가한 레진 강화형 글래스 아이오노머가 개발되었는데, 이는 산-염기 반응에 부가하여 가시광선에 의한 이원적 방법으로 경화가 이루어지고 있다<sup>9)</sup>. 레진 강화형 글래스 아이오노머는 기존의 재래식 글래스 아이오노머 시멘트의 장점뿐만 아니라, 물리적 특성의 향상으로 인해 현재 임상에서 유용하게 사용되고 있으나 아직도 복합레진에 비해 물성이 떨어져 복합레진과 글래스 아이오노머의

장점을 동시에 포함할 수 있는 재료에 대한 연구들이 계속되고 있다<sup>3,5,9,10</sup>.

근래에는 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트보다 물성이 복합레진에 더욱 가까운 compomer가 개발되었는데, 이는 레진 단량체와 아크릴릭산의 카르복실기를 화학적으로 결합시킨 분자구조로서, 알루미늄-불소-실리카 등의 분말 조성을 달리한 제품들이 개발되고 있다<sup>9</sup>. Compomer는 암흑상태에서는 경화가 일어나지 않고 광중합에 의한 경화가 시작되어야 부가적으로 산-염기 반응이 일어나는 특성이 있어 레진 강화형 글래스 아이오노머와 구분된다<sup>9</sup>. 이러한 compomer는 비교적 최근에 개발된 재료이기 때문에 물리적 성질이나 임상적인 보고가 적고, 재료의 개발 과정이 글래스 아이오노머에서 기원하였지만 복합레진의 성분이 다량 포함되어 있으므로, 현재 시판되는 제품에서도 서로 상이한 수복과정을 권장하고 있다<sup>11-13</sup>. 현재 가장 논란이 있는 부분은 치면에 대한 산처리의 여부로 일부 제품들은 글래스 아이오노머 시멘트의 산반응이 도말층을 충분히 제거하므로 치면의 산처리 과정이 불필요하다고 주장하고 있는 반면<sup>11</sup>, 일부 제품들은 compomer가 글래스 아이오노머 보다는 복합레진에 더 가까운 성분을 지니고 있고, 따라서 광조사에 의한 중합수축을 피할 수 없기 때문에 산처리에 의하여 결합력의 증가 및 미세누출이 감소된다고 주장하고 있다<sup>12</sup>. 이러한 논란의 궁극적인 목적은 치아에 대한 compomer의 긴밀하고 강한 접착에 귀결되며, 근래에는 이에 대한 연구로써 산처리 및 접착제의 도포 횟수의 변형이 compomer의 결합 강도에 영향을 미치는지의 여부에 집중되고 있다.

그러나 보고된 대다수의 문헌들은 상아세관액의 존재나 상아세관내 압력을 배제한 채, 발거 후 건조되어진 치아를 대상으로 실험을 하였으므로 실험의 결과가 in vivo에서와 동일한 지에 의문을 제기할 수 있다. 와동을 형성함에 따라 생성되어 상아세관을 폐쇄하는 도말층은 산처리에 의해 제거되고, 이는 상아세관의 투과성을 증진시키게 되므로 생활치에서는 접착제의 부착양상에 변화를 초래할 것이다<sup>14</sup>.

따라서 본 실험은 산처리에 의한 기계적인 치면의 표면구조 변화가 compomer와 치질간의 결합력을 증가시켜 미세누출을 억제할 수 있을 것이라는 가정 하에, 발거된 대구치에 생활치의 환경과 유사하게 생리적인 치수내압을 적용시킨 후, 근래에 많이 사용되고 있는 두 가지 compomer에 대해 제조회사에서 권장하는 방법과 수복과정에서 치면의 산처리 및 산처리 시간을 변형함으로써 이들이 compomer 수복 시 미세누출에 영향을 주는지의 여부를 규명하고자 하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

치아우식증 및 미세균열이 없이 최근에 발거된 건전한 대구치 180개를 선택하여, 표면에 부착된 치주인대 등의 연조직과 치석을 제거한 후 실온의 생리식염수에 보관하여 실험치아로

사용하였다. 수복재료로는 Dyract AP(Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany)와 접착제로 Prime&Bond 2.1(Dentsply/Caulk, Germany)을, 그리고 F2000(3M Dental Products, St.Paul, MN55144-1000, U.S.A.)과 Single Bond adhesive(3M Dental Product, U.S.A.)를 사용하였다. 치면 산처리제로 35% phosphoric acid(3M Dental product, U.S.A.)를 사용하였으며, 가시광선 조사 기구는 Visilux (3M Co. U.S.A.)를 사용하였으며 연마기구는 Sof-Lex disc(3M Dental products, U.S.A.)를 사용하였다.

### 2. 연구방법

생리적인 치수내압의 모형 및 상아세관액을 재현하기 위하여 치아의 교합면에 고속용 4번 round bur를 사용하여 치수관을 개방한 다음, 치아를 증류수에 담구어 5시간 동안 진공 처리하여 세관내의 기포를 증류수로 대체하였다. Mitchem 등<sup>14</sup>과 Pashley<sup>15</sup>의 모형을 단순화하여, 진공에서 꺼낸 치아의 치근단을 글래스 아이오노머로 수복한 후, ringer tube를 사용하여 tube의 한쪽 끝을 치수관에 매몰하고 다른 쪽 끝은 증류수가 함유된 ringer 병과 연결하여 34cm의 높이에 매단 다음 tube를 개방하여 생리적인 치수압을 발생시키면서(Fig. 1), 협측에서 치은변연부가 백악-법랑 경계 1mm 상부에 위치하도록 고속용 #330 bur를 사용하여 가로, 세로, 깊이가 6×3×2mm의 상자형의 V 굽 와동을 형성한 다음, 치아를 무작위로 90개씩 2개의 군으로 나누고, 각 군을 다시 30개씩 6개의 소군으로 나누어 다음과 같은 방법으로 수복하였다(Table 1).

#### 가. Dyract AP compomer 수복군

제 1군 : 제조회사의 지시에 따라 젖은 상태에서 산처리를 하지 않고 Prime&Bond 2.1을 도포한 다음 30초 후에 10초간 광조사하여 Dyract AP compomer를 충전한 군

제 2군 : 치면 산처리를 15초 시행한 후, Dyract AP compomer와 Prime&Bond 2.1을 제 1군과 같은 방법

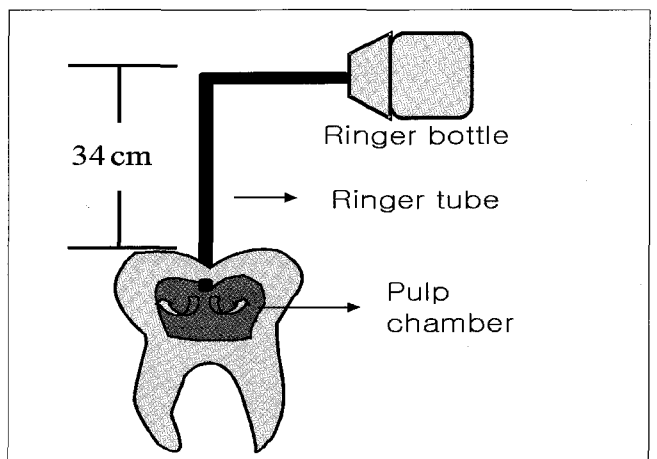


Fig.1. Schematic drawing of physiological pulpal pressure model.

**Table 1.** Distribution of materials and specimens

Group	Dyract AP + Prime&Bond 2.1			F2000 + Single Bond		
	1	2	3	1	2	3
Etching time	0 sec	15 sec	30 sec	0 sec	15 sec	30 sec
No. of Specimens	30	30	30	30	30	30

으로 충전한 군

제 3군 : 치면 산처리를 30초 시행한 후, Dyract AP compomer와 Prime&Bond 2.1을 제 1군과 같은 방법으로 충전한 군

나. F2000 compomer 수복군

제 1군 : 치면 산처리 없이 치면이 젖은 상태를 유지하도록 가볍게 건조 후, Single Bond를 도포하여 10초간 광조사한 다음, F2000 compomer로 충전한 군

제 2군 : 제조회사의 지시에 따라 치면 산처리 15초 시행한 후, F2000 compomer와 Single Bond로 1군과 같은 방법으로 충전한 군

제 3군 : 치면 산처리를 30초 시행한 후, F2000 compomer와 Single Bond로 1군과 같은 방법으로 충전한 군

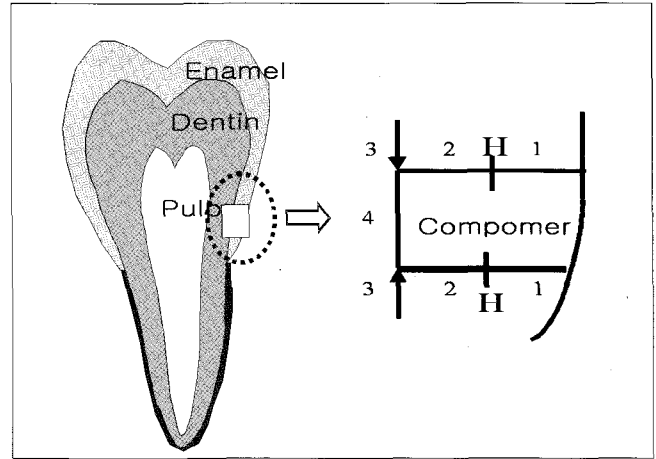
수복시 모든 군은 2회씩 적층충전 하였으며, 수복물의 연마는 Sof-Lex disc를 사용하였고, 수복이 완료된 시편은 5℃와 55℃의 욕조에서 번갈아 30초씩 총 500회의 thermocycling을 실시하였다. 이후 시편의 치근단과 치관의 개방부를 글래스 아이오노머로 두 번씩 봉쇄하였고, 수복된 와동변연 1mm를 제외한 전 표면에 nail varnish를 2회씩 도포하였다.

표면 봉쇄가 완료된 시편을 5% methylene blue 염색용액에 5시간 동안 담근 후 꺼내어 흐르는 물에 염색용액을 충분히 세척한 후 교정용 투명레진에 매몰하였다. 매몰된 시편의 중앙 부위를 저속용 Diamond saw(South Bay Tech., U.S.A.)를 사용하여 협설 방향으로 절단하였다.

**3. 염색용액의 침투도 관찰**

절단된 시편은 각각 군에 따라 고유의 번호가 부여되었고, 한 사람의 평가자에 의해 20배율의 입체현미경(Stereo Zoom Microscope, OLYMPUS, Japan)을 사용하여 다음과 같은 평가기준(16)에 의하여 무작위로 추출하여 교합벽과 치은벽에서 관찰되었다(Fig. 2).

- 0 - 염색용액의 침투가 전혀 없는 경우
- 1 - 염색용액의 침투가 와동 깊이의 절반을 넘지 않는 경우
- 2 - 염색용액의 침투가 와동 깊이의 절반은 넘었으나 가장 깊은 곳까지 침범하지 않았을 경우
- 3 - 염색용액의 침투가 와동의 가장 깊은 부위까지 도달하였으나 측벽(치수벽)을 침범하지 않은 경우
- 4 - 염색용액이 측벽(치수벽)까지 침투한 경우



H : half depth of cavity

**Fig.2.** Cross section of the sample and microleakage score.

**4. 통계적 분석**

SPSS program(ver 8.0)에서 independent sample t-test를 사용하여 재료간의 미세누출 정도와 교합벽과 치은벽의 미세누출 정도의 차이를, 그리고 ANOVA를 사용하여 각 군간 미세누출 정도에서의 유의성 차이를 검증하였다.

**III. 연구성적**

실험에 사용된 Dyract AP compomer 및 F2000 compomer에서 각 군당 미세누출 정도의 분포도 및 평균과 표준편차는 다음과 같다(Table 2, 3, Fig. 3).

교합벽에서 산처리 시간에 따른 각 군당 미세누출에 대한 평가는 Table 4에 있으며, Dyract AP에서는 산처리를 시행한 2군과 3군에서 산처리를 시행하지 않은 1군보다 유의하게 낮은 미세누출 정도를 보였고(p<0.05), F2000에서는 1군 및 2군, 3군 사이의 미세누출 정도에서 유의할 만한 차이를 보이지 않았다.

치은벽에서 산처리 시간에 따른 각 군당 미세누출 정도의 평가는 Table 5에 있으며, Dyract AP에서는 산처리를 15초 시행한 2군이 1군에 비해 유의하게 낮은 미세누출 정도를 보인 반면(p<0.05), 1군과 3군 및 2군과 3군 사이에는 유의할 만한 차이가 없었고(p>0.05), F2000에서는 산처리를 시행한 2군과 3군에서 1군에 비해 유의하게 낮은 미세누출 정도를 보인 반면(p<0.05), 2군과 3군 사이에는 유의할 만한 차이를 보이지 않았다(p>0.05).

**Table 2.** Distribution of microleakage for each samples

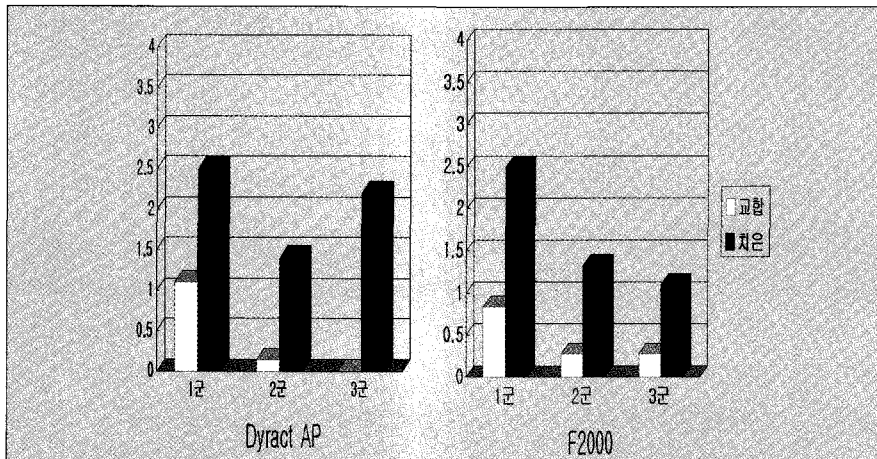
	Group 1					Group 2					Group 3				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Dyract AP															
occlusal	12	8	6	3	1	28	1	0	1	0	30	0	0	0	0
gingival	2	6	7	4	11	13	6	3	2	6	6	4	7	4	9
F2000															
occlusal	13	12	2	3	0	22	8	0	0	0	22	8	0	0	0
gingival	3	3	8	8	8	9	13	1	3	4	9	13	4	4	0

**Table 3.** Mean value of microleakage for each groups

	Group 1	Group 2	Group 3
	Mean ± S.D		
Dyract AP			
occlusal	1.10±1.16	0.13±0.57	0.00±0.00
gingival	2.50±1.36	1.40±1.59	2.20±1.52
F2000			
occlusal	0.83±0.95	0.27±0.45	0.27±0.45
gingival	2.50±1.28	1.33±1.37	1.10±0.99

산처리 시간에 따른 교합벽과 치은벽 사이의 미세누출의 평가는 Table 6에 있으며, Dyract AP는 모든 군이 교합벽에서 유의하게 낮은 미세누출 정도를 보인 반면, F2000에서는 1군과 2군에서는 교합벽에서 유의하게 낮은 미세누출 정도를 보였지만, 3군에서는 교합벽과 치은벽 사이의 미세누출 정도에서 유의할 만한 차이를 보이지 않았다.

산처리 시간에 따른 각 재료간 미세누출 정도의 평가는 Table 7에 나타나 있고, 1군 및 2군의 교합벽 및 치은벽 그리고 3군의 교합벽에서 두 재료간의 미세누출 정도는 유의할 만



**Fig. 3.** Mean microleakage score of Dyract AP and F2000 groups.

**Table 4.** Evaluation of marginal leakage in according to etching times at occlusal margin

	Group 1	Group 2	Group 3
Dyract AP			
Group 1		S	S
Group 2			NS
Group 3			
F2000			
Group 1		NS	NS
Group 2			NS
Group 3			

S: Significance(p<0.05)  
NS: No Significance(p>0.05)

**Table 5.** Evaluation of marginal leakage in according to etching times at gingival margins

	Group 1	Group 2	Group 3
Dyract AP			
Group 1		S	NS
Group 2			NS
Group 3			
F2000			
Group 1		S	S
Group 2			NS
Group 3			

S: Significance(p<0.05)  
NS: No Significance(p>0.05)

**Table 6.** Evaluation of microleakage between occlusal and gingival margins (p-value)

	Group 1	Group 2	Group 3
Dyract AP			
occlusal ]	P = 0.000	P = 0.000	P = 0.000
gingival ]			
F2000			
occlusal ]	P < 0.000	P = 0.008	P = 0.117
gingival ]			

**Table 7.** Evaluation of microleakage between materials according to etching times

Etching time	Wall	Material		Probability
		Dyract AP	F2000	
0 sec	occlusal	1.10±1.16	0.83±0.95	NS
	gingival	2.50±1.36	2.50±1.28	NS
15 sec	occlusal	0.13±0.57	0.27±0.45	NS
	gingival	1.40±1.59	1.33±1.37	NS
30 sec	occlusal	0.00±0.00	0.27±0.45	NS
	gingival	2.20±1.52	1.10±0.99	S

S: Significance (p<0.05)  
NS: No Significance (P>0.05)

**Table 8.** Distribution(%) of microleakage for total samples

	0	1	2	3	4	Total
Dyract AP						
occlusal	70 (77.8)	9 (10.0)	6 (6.7)	4 (4.4)	1 (1.1)	90 (100)
gingival	21 (23.3)	16 (17.8)	17 (18.9)	10 (11.1)	26 (28.9)	90 (100)
F2000						
occlusal	57 (63.3)	28 (31.1)	2 (2.2)	3 (3.3)	0 (0)	90 (100)
gingival	21 (23.3)	29 (32.2)	13 (14.4)	15 (16.7)	12 (13.3)	90 (100)

한 차이를 보이지 않았으나(p>0.05), 3군의 치은벽에서 F2000이 Dyract AP에 비해 유의하게 낮은 미세누출 정도를 보였다(p<0.05).

IV. 총괄 및 고찰

미세누출이란 수복물과 치면사이의 발견되지 않는 세균과, 액, 분자 또는 이온의 통로로 정의되며<sup>17)</sup>, 이는 와동벽과 접촉된 수복물질의 체적변화에 의해 종종 야기된다<sup>18)</sup>. 수복물질의 체적 변화는 중합수축, 치아와 서로 다른 열팽창 계수, 수화팽창에 기인하며, 이러한 수복물질의 변형은 치아와 수복물질 사이의 계면에 간극을 형성하고 미세누출을 야기하며, 치아의 변색, 술 후 민감성이나 이차 우식증, 치수병변을 야기할 수 있다<sup>19-23)</sup>. 이와 같은 이유로 Wiczowski 등<sup>24)</sup>은 수복물질과 접착제가 치아계면을 봉쇄하는 능력이 이차 우식증에 저항하는 가장 중요한 요소임을 강조하였다.

따라서 심미접착형 수복물과 치면사이의 미세누출을 감소시키기 위한 여러 가지 시도가 제기되어왔고, 여기에는 적층 충전법<sup>25)</sup>과 중합시 다양한 방향에서 광조사를 해주는 방법, sandwich 기법<sup>26)</sup>, Rebonding 방법<sup>27)</sup>, 그리고 수복 전에 산에 의한 치면의 전처리법 등이 소개되었다.

그러나 compomer의 산처리에 관해서는 아직까지 명확한 지침이 불분명하고, 시판되는 제품이나 학자들 사이에서도 산처리의 필요성에 대해서 서로 상이한 주장을 하고 있다. 제조회사에 의하면, Dyract AP<sup>11)</sup>는 범랑질과 상아질에 직접 부착이 가능한 polyelectrolyte를 가지고 있기 때문에 산처리는 불필요하고, 자사에서 시판하고 있는 Prime&Bond를 접착제로 사용할

것을 권장하고 있다. 반면, elan compomer(Kerr)<sup>12)</sup>에서는 산처리는 성공적인 수복을 위해서는 반드시 필요한 과정이라고 했고 접착제로는 OptiBond Solo를 권장하였으며, F2000<sup>13)</sup>에서는 Primer/Adhesive라는 독특한 delivery system을 가진 전처리제를 사용시에는 산처리가 불필요하다고 했고, 자사 제품 접착제인 Single Bond와 함께 사용할 때에는 반드시 산처리 과정이 필요하다고 했다.

Compomer와 치질과의 접착기전에 관하여, Palaghias 등<sup>28)</sup>은 compomer의 primer는 표층의 상아질을 탈회시키고, 상아세관을 개방시키고, 관간 상아질에 혼합 확산층을 형성한다고 하였으며, 이러한 primer는 뛰어난 중합율과 우수한 피막형성 능력을 지닌다고 하여, 결론적으로 compomer의 primer는 자가부식 능력과 상아질의 확산층을 형성하는 능력을 가졌다고 보고한 반면, Mount 등<sup>25)</sup>과 McLean 등<sup>10)</sup>은 compomer는 글래스 아이오노머 보다는 복합레진의 특성에 더 가깝다고 하였고, Uno 등<sup>29)</sup>은 compomer의 중합시 수축이 발생할 수 있고 미세누출을 야기할 수 있음을 시사하였고, Chersoni 등<sup>10)</sup>은 산처리가 도말층을 없애고 미세누출을 줄인다고 주장하였다.

이와같은 논란은 compomer가 기존의 접착 수복물과 별개의 것이 아닌 복합레진과 글래스 아이오노머의 혼합물이라는데 기인하는 것으로써, 전통적인 글래스 아이오노머는 Polycarboxylic acid와 acid soluble calcium fluoroaluminosilicate glass로 이루어졌고, 이러한 산-염기 반응에 의해 범랑질과 상아질에 직접 접착될 수 있다고 하였지만, Bowen<sup>1)</sup>에 의해 소개된 복합레진은 산부식에 의한 치면과의 기계적인 결합에 기초를 두고 발달해왔기 때문이다.

이에 compomer 수복시 치면 산처리의 효과를 알아보려는

수종의 연구가 보고되었는데, Olga 등<sup>30)</sup> 및 Abate 등<sup>31)</sup>은 37% 인산으로 치면 처리를 서로 다르게 한 후 Dyract와 Compoglass를 사용하여 전단강도를 측정한 실험에서, Dyract의 경우 법랑질을 산처리하였을 경우 유의할 만한 결합력의 증가가 있었지만, 상아질에서는 유의성을 보이지 않았으며, Compoglass compomer(Vivadent)에서는 산처리의 시행이 전단강도의 증가에 유효하지 않음을 보고한 반면, 김 등<sup>32)</sup>은 상아질 표면처리 방법을 다양화한 다음, compoglass를 수복했을 때, 산처리를 한 군이 산처리를 하지 않은 군에 비해 유의성있게 높은 전단결합강도를 보였음을 보고하였다. 또한 Moll 등<sup>33)</sup>은 Dyract와 Compoglass 수복 시 37% 인산으로 법랑질을 30초 처리할 경우에서 전단결합강도가 각각 11.2MPa에서 33.6MPa로, 17.9MPa에서 32.1MPa로 증가하였고, 이것은 복합레진의 전단결합강도와 비슷한 수치라고 보고하였다.

산처리가 compomer의 미세누출에 미치는 영향에 관한 보고에서, William 등<sup>3)</sup>의 실험에서는 레진강화형 글래스 아이오노머 시멘트보다 compomer의 미세누출 정도가 유의하게 높음을 지적하였고, Olga 등<sup>6)</sup>은 Dyract와 Compoglass를 사용한 연구에서 치면 산처리가 미세누출의 감소에 영향을 주지 않는다고 보고한 반면, Gerad 등<sup>4)</sup>과 Hoang 등<sup>34)</sup> 및 Owens 등<sup>35)</sup>은 Dyract 수복시 산처리가 미세누출을 유의하게 감소시켰다고 보고하였고, Marco 등<sup>36)</sup>은 Dyract와 Compoglass의 Prime&Bond 2.0과 Syntac single component 등과 같은 접착제는 혼화층을 형성할 수 있고, 이는 PSA나 SCA와 같은 primer보다 더 우수한 변연 봉쇄능력을 보인다고 하였으며, 변연 봉쇄능력은 산처리에 의해서 더욱 향상되어진다고 하였다.

본 연구에서는 최근 임상에서 많이 사용되고 있는 Dyract AP와 F2000이 평가되었는데, 제조회사의 지시에 의하면, Prime&Bond 2.1은 self priming 성분인 PENTA가 포함되어 있으므로 Dyract AP를 수복 시에는 산부식 과정이 필요 없다는 반면<sup>11)</sup>, Single Bond는 self priming 성분이 없으므로 F2000과 함께 사용 할 때에도 반드시 산부식 과정이 필요하다고 주장한다<sup>33)</sup>. 따라서 본 연구에서는 두 재료 모두에서 산처리를 실시한 것과 실시하지 않은 것을 평가하였고, 결과와 같이 두 군 모두에서 산처리를 실시하였을 경우 미세누출은 유의하게 감소하였고, 특이하게 제조회사의 지시대로 산처리를 하지 않고 수복한 Dyract AP의 1군에서 제조회사의 지시와는 달리 산처리를 실시하지 않은 F2000의 1군보다 평균 미세누출 정도가 높게 나타났지만 두 군 사이에 유의성은 없었다.

또한 본 연구에서는 교합벽보다 치은벽에서 유의하게 높은 미세누출 정도를 보였는데, 이는 치아의 구조상 백악-법랑 경계부는 치면과 접착형 수복물과의 결합력에 가장 많은 영향을 미치는 법랑질의 두께가 교합벽보다 상대적으로 얇기 때문인 것으로 기인될 것으로 사료된다<sup>7)</sup>. 특히 본 연구의 Dyract AP로 수복된 3군은 교합벽에서 100%의 미세누출 억제 효과를 보여주었지만, 치은벽에서는 평균 미세누출 정도가 2.20에 달하였고, 이는 산처리를 실시하지 않은 1군과 유사한 미세누출 정도를 보여주었다. 추측하건데, 레진의 성분이 다량 포함된 com-

pomer는 산처리 후 법랑질에 대한 결합력은 증가하게 되지만 중합수축도 필연적으로 발생하게 되며<sup>7,8,37)</sup>, 이때 중합수축은 광원을 향하는데, 교합벽보다는 상대적으로 법랑질의 두께가 얇아 결합력이 낮은 치은벽에 과도한 외력이 발생하게되고 중합수축의 발생량이 많았을 것이라고 예상할 수 있는데, 30초의 산처리가 15초의 산처리보다 교합벽의 결합력이 높아서 치은벽에 외력이 크게 나타나는지 혹은 다른 원인이 존재하는지는 미세조직학적 실험을 포함하는 부가적인 연구가 필요하리라 사료된다. 또한 Table 8에서 보듯이 특이할 만한 사항은 Dyract AP 군의 치은벽 미세누출 정도에서 미세누출이 유발되지 않은 경우가 약 23%를 차지하였고, 치수벽까지 염색제가 투과되는 심한 양상의 미세누출이 약 29% 정도에서 관찰된 반면, 미세누출 정도 2와 3은 20% 미만을 보였다. 이는 Dyract는 F2000보다 법랑질의 결합력이 미세누출을 방지하는데 중요한 역할을 할 것으로 생각되며, 이는 염색제가 일단 법랑상아 경계부를 투과하면 쉽게 치수벽까지 도달할 수 있음을 암시하는 것으로, 향후 치은벽에서 법랑질과 상아질을 구분하여 결합력 향상 및 미세누출 방지를 위한 부가적인 연구가 필요하리라 사료된다.

본 연구에서는 치면 산처리가 compomer의 미세누출 감소에 유효한 영향을 주는 것으로 나타났는데, 이는 결합력의 향상에 기인하는 것으로 추정되고, 이들은 복합레진과 결합제를 공유하므로 산처리된 치면과 결합제의 반응은 복합레진과 유사하다고 받아들일 수 있으며, 크게 법랑질과 상아질의 반응으로 나타날 수 있다. 산처리된 법랑질에는 다양한 깊이의 다공성 표면이 만들어지고, 이 다공성 표면은 슬한 미세통로로 이루어져 있으며, 이는 2000배 이상의 표면적의 증가를 야기하게 되고, 법랑질과 수복물간의 미세기계적 결합력을 증가시켜 준다<sup>38)</sup>. 그리고 산처리에 대한 상아질의 반응은 도말층이 제거되고 상아세관이 깔대기 모양으로 넓어지며 교원섬유가 노출되고 상아질의 투과도와 적심도(wetness)를 변화되는 작용이 발생되며, 표면의 거칠기가 증가되어 접착 강화제와 상아질의 접촉각이 감소되고, 표면에너지가 증가하게 됨으로써 효과적인 퍼짐과 흡윤에 기여하게 되며, 타액과 같은 오염요소들을 제거하는 데에도 효과적이라고 보고되고 있다<sup>17,39-41)</sup>. 이러한 표면에 친수성 레진과 아세트이나 에탄올 같은 용매의 혼합체로 구성된 primer를 사용하게 되면 상아질에 남아있는 수분을 추적함으로써 상아세관과 다공성의 콜라겐 수위로 접착제가 잘 침투되게 된다<sup>17,42)</sup>. 이렇게 침투된 상태에서의 접착제는 견고한 결합을 보장하고 상아질과 긴밀한 접착을 이루게 된다.

본 연구는 발거된 치아를 가지고 시행되었는데, Qvis 등<sup>43,44)</sup>은 in vitro와 in vivo에서 적용된 접착제의 양상이 서로 상이함을 보여주었고, Bream 등<sup>45)</sup>은 생활치의 접착에서 수분이 유의하게 접착을 방해하는 역할을 할 수 있다고 보고하였다. 또한 생리적인 치수압을 적용한 Pashley 등<sup>46)</sup>의 실험실적 연구에서 이전의 실험실적 연구보다 낮은 결합력을 보였다고 하였고, 그의 다른 연구에서는 상아세관을 통하여 치수로 확산된 외부 물질은 건강한 치수조직에 의해 빠르게 제거되어질 수 있다고 하

여, 치수와 수복물과 상아질의 계면이 서로 밀접한 영향을 갖는 동적 복합체임을 시사하였다<sup>47)</sup>. 따라서 이번 연구는 이러한 차이점을 최소화하기 위해 생활치의 모델을 시편에 적용하여 생리적인 치수압을 재현하였는데, Van Hassel<sup>48)</sup>은 건강한 치수 조직의 내압은 약 25mmHg라고 하였으며, Mitchem 등<sup>14)</sup>은 이와 같은 압력은 34cm 높이의 증류수로써 재현되어질 수 있다고 하였다. 향후의 연구에는 생리적인 치수압을 적용한 시편과 건조된 치아 사이의 미세누출 정도에서 차이가 존재하는지의 여부를 규명하는 것도 필요하리라 사료된다.

현재 미세누출 실험에 사용되는 염색제는 질산염과, fushin, 그리고 methylene blue 등이 있으며 시편이 염색제에 보관되어지는 시간 또한 다양함으로 인하여, 이와 같은 연구들을 절대적으로 비교할 수 없게되었다. 그리고 Kofman<sup>49)</sup>에 의하면 이러한 염색제들이 구강내에 존재하는 물질에 비해 분자량이 너무 작으므로 수복물의 변연을 통한 염색제의 투과가 반드시 수복물의 임상적 실패를 야기한다고 결론지을 수 없다는 것이다. 이번 연구에서는 5% methylene blue 염색제를 사용하였고, 5시간 동안 시편을 위치시켰는데, 향후 미세누출 실험에서는 구강내에 존재하는 분자량과 가장 유사한 염색제의 선정 및 염색제에 보관되는 시간을 표준화하는 작업도 필요하리라 사료된다.

본 연구는 제조회사의 권장 수복 방법에서 산처리 과정의 추가 또는, 산처리 시간을 변형한 것이며 접착제의 능력이나 실험에 사용된 두 compomer의 물리적 우월성을 평가하는 것은 아니었지만, 결과에 나타난 자료는 임상과정에 약간의 지침을 마련해 줄 것이라 생각되며, 향후 변수를 제한하여 보다 세부적인 실험이 필요하리라 사료된다.

## V. 결 론

V급 와동의 compomer 수복시 치면 산처리에 따른 미세누출의 영향을 알아보기 위하여 구강내 조건과 유사하게 상아제 관에 생리적인 치수압이 부여된 180개의 치아표본을 이용하여, 각각 0초, 15초, 30초의 산부식을 실시한 후 Dyract AP compomer/Prime&Bond 2.1, 그리고 F2000 compomer/Single Bond로 수복하여 염색제를 통한 미세누출 정도를 측정 한 바, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 교합벽에서 Dyract AP는 산처리를 시행한 군이 산처리를 시행하지 않은 군에 비해 유의하게 낮은 미세누출을 보였지만( $p < 0.05$ ), F2000에서는 산처리 여부가 미세누출 정도에 유의차를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).
2. 치은벽에서 Dyract AP는 산처리를 시행하지 않은 1군에 2군에 비해 유의하게 높은 미세누출 정도를 보였지만( $p = 0.003$ ), 3군과는 유의차를 보이지 않았고( $p = 0.99$ ), F2000에서는 산처리가 미세누출을 유의하게 감소시켰다( $p < 0.05$ ).
3. 교합벽과 치은벽의 비교에서, 두 재료 모두 교합벽에서 낮은 미세누출 정도를 보였지만, Dyract AP의 3군에서는 유의성

을 보이지 않았다( $p = 0.117$ ).

4. 두 재료 모두 2군과 3군 사이의 미세누출 정도에서는 유의차를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

이를 종합해 볼 때, compomer 수복시 산처리는 미세누출을 감소시키는 유효한 방법이라고 사료되며, 15초와 30초의 산처리 구간에는 유의성이 없으므로 15초의 산처리가 더 경제적이라 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Bowen RL : Properties of a silica reinforced polymer for dental restoration. JADA 66:57-64, 1963.
2. Kent BE, Lewis BG, Wilson AD : The properties of a glass ionomer cement. Br Dent J 135:322-326, 1973.
3. Wilson SD : Developments in glass-ionomer cements. Int J Prosth 2:438-446, 1989.
4. Kugel G, Perry RD, Hoang E, et al. : Dyract compomer: comparison of total etch vs. no etch technique. Gen Dent 6:604-606, 1998.
5. Mount GJ, Makison OF : Glass-ionomer restorative cements: Clinical implications of the setting reaction. Oper Dent 7:134-141, 1982.
6. Cortés O, Garcia C, Perez L, Perez D : Marginal microleakage around enamel and cementum surfaces of two compomers. J Clin Pediatr Dent 22:307-315, 1998.
7. Russel OG, Isaac K, David R : Microleakage of composite resin restorations with various etching times. Quintessence Int 25:573-576, 1994.
8. William WB, Gunnin TD, Glipatrick RO, et al. : Microleakage of Class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. J Prosthet Dent 79:261-263, 1998.
9. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AS : Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. Quintessence International 25:587-589, 1994.
10. Chersoni S, Lorenzi R, Ferrieri P, Prati C : Laboratory evaluation of compomers in class V restorations. Am J Dent 10:147-151, 1997.
11. Dyract product information, Dentsply/Caulk : 1996.
12. elan compomer restorative system, Kerr : 1998.
13. F2000 Compomer Restorative System Technical Product Profile, St Paul, MN : 3M, 1997.
14. Mitchem JC, Terkla LG, Gronas DG : Bonding of resin dentin adhesives under simulated physiological conditions. Dent Mater 4:351-353, 1988.

15. Pashley DH : In vitro simulations of in vivo bonding conditions. *Am J Dent* 4:237-240, 1991.b.
16. Barnes DM, Thompson VP, Blank LW, McDonald NJ : Microleakage of Class V composite resin restorations: a comparison between in vivo and in vitro. *Oper Dent* 18:237-245, 1993.
17. Shafrin EG, Zisman WA : Critical Surface tension for spreading on a liquid substrate. *J Physical chemistry* 71:1309-1316, 1967.
18. Reeves GW, Fitchie JG, Hembree JH, et al. : Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth. *Oper Dent* 20:230-235, 1995.
19. Bullard EH, Leinfelder KF, Russell MC : Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J Am Dent Assoc* 116:871-874, 1988.
20. Crim GA, Garcia-Godoy F : Microleakage: The effect of strage and cycling duration. *J Prosthet Dent* 57:574-576, 1987.
21. Eakle WS : Effect of thermal cycling on fracture strength and microleakage in teeth restored with a bonded composite resin. *Dent Mater* 2:114-117, 1986.
22. Staninec M, Mochizuki A, Tanizaki K, et al. : Interfacial space, marginal leakage, and enamel cracks around composite resins. *Oper Dent* 11:14-24, 1986.
23. Tortenson B, Brännström M : Contraction gap under composite resin restorations : Effect of hygroscopic expansion and thermal stress. *Oper Dent* 13:24-31, 1988.
24. Wieczkowsky G, Yu XY, Davis EL, et al. : Microleakage in various dentin bonding agent/composite resin systems. *Oper Dent* 17:62-67, 1992.
25. Hansen EK : Effect of cavity depth and application technique on marginal adaptation of resins in dentin cavities. *J Dent Res* 65:1319-1321, 1986.
26. Sidhu SK, Henderson LJ : In vitro marginal leakage of cervical composite restorations lined with a light-cured glass ionomer. *Oper Dent* 17:7-12, 1992.
27. Munro GA, Hilton TJ, Hermesch CB : In vitro microleakage of etched and rebonded class V composite resin restorations. *Oper Dent* 21:203-208, 1996.
28. Palaghias G, Kakaboura A, Eliades G : Bonding mechanism of compomer restoratives with dentine. *J Dent Res* 76:1145, 1997.
29. Uno S, Finger WJ, Fritz U : Long term mechanical characteristics of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent Mater* 12:54-69, 1996.
30. Olga Cortés, Garcia C, Perez L, et al. : A comparison of the bond strength to enamel and dentin of two compomers : An in vitro study. *J Dent Child* 3:29-31, 1998.
31. Abate PF, Bertachini SM, Polack MA, et al. : Adhesion of a compomer to dental structures. *Quintessence International* 28:509-512, 1997.
32. 김수미 · 조영곤 · 문주훈 : 상아질 표면처리방법이 compomer의 전단결합 강도에 미치는 연구. *대한보존학회지*, 23:597-606, 1998.
33. Moll KH, Haller B, Hofmann N, et al. : Phosphoric acid etching and enamel bond of composite/glass ionomer hybrids. *J Dent Res* 75:Abst1225, 1996.
34. Hoang E, Perry R, Aboushala A, et al. : Comparison of microleakage using etched and non-etched techniques in Class V restorations: an in vitro study. *J Dent Res* 75:388, 1996.
35. Owens BM, Halter TK, Brown DM : Microleakage of tooth-colored restorations with a beveled gingival margin. *Quintessence Int* 29:356-361, 1998.
36. Marco F, Vichi A, Manocci F, Davidson CL : Sealing ability of two "compomers" applied with and without phosphoric acid treatment for Class V restorations in vivo. *J Prosthet Dent* 79:131-135, 1998.
37. Attin T, Bruchalla W, Kiebassa AM, et al. : Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent Mater* 11:359-362, 1995.
38. 조영환, Sumiya Hobo : *심미접착치과학*, 서울:군자출판사, P.27, 1994.
39. Erickson RL : Surface interaction of dentin adhesive system. *Oper Dent* 5:81-94, 1992.
40. Hollinger JO, Moore ED : Adhesion and dentin. *Oper. Dent.* 4:9-14, 1979.
41. Jendresen MD, Glantz PO, Baier RE, et al. : Microtopography and clinical adhesiveness of acid etched surface : in vivo study. *Acta Odontologica Scandinavica* 390:47-53, 1981.
42. Kanca J, Gwinnett AJ : Successful marginal adaptation of a dentin-enamel bonding system in vitro and in vivo. *J Esth Dent* 6:286-294, 1994.
43. Qvist V, Qvist J : Replica patterns on composite restorations performed in vitro with different acid-etch procedures and dentin adhesives. *Scand J Dent Res* 95:87-93, 1987.



44. Qvist V, Qvist J : Replica patterns on composite restorations performed in vivo with different acid-etch restorative procedures. *Scand J Dent Res* 93:360-370, 1985.
45. Braem M, Lambrechts P, Vanherle G : Clinical evaluation of dental adhesive systems. II. A scanning electron microscopy study. *J Prosthet Dent* 55:551-560, 1986.
46. Pashley DH, Michelich V, Kehl T : Dentin permeability: Effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent* 46:531-537, 1981.
47. Pashley DH : Clinical considerations of microleakage. *J Endod* 16:70-77, 1990.
48. Van Hassel HJ : Physiology of the human dental pulp. *Oral Surg* 32:126-134, 1971.
49. Kofman SH, Wright GZ, Braverman I : Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatr Dent* 20:173-176, 1998.

## Abstract

### MICROLEAKAGE TEST ACCORDING TO ACID ETCHING TREATMENT IN CLASS V COMPOMERS

Sang-Hee Moon, Chang-Seop Lee, Sang-Ho Lee

*Department of Pediatric Dentistry, Oral Biology Research Institute, College of Dentistry, Chosun University*

The purpose of this study was to evaluate the microleakage of class V compomers according to acid etching treatment and treatment times. Extracted 180 sound human molar teeth were selected then prepared physiologic pulpal pressure for this experiment. In this study, class V cavities were prepared on buccal surface with gingival margin located in 1mm superior to CEJ under simulate physiological conditions. These specimens were randomly divided into 6 groups of 30 each and restored following methods :

A: Dyract AP + Prime&Bond 2.1

Group 1 : No acid etching, according to manufacturer's instruction. Group 2 : 15 seconds acid etching and same method with Group 1. Group 3 : 30 seconds acid etching and same method with Group 1.

B: F2000 groups + Single Bond adhesive

Group 1 : No acid etching, according to manufacturer's instruction. Group 2 : 15 seconds acid etching and same method with Group 1. Group 3 : 30 seconds acid etching and same method with Group 1.

After 500 thermocycling between 5°C and 55°C, the specimens were sealed with glass ionomer and nail varnish then placed in 5% methylene blue dye for 5 hours and rinsed with tap water. The specimens were embedded in orthodontic clear resin, then sectioned buccolingually through the center of restoration with a low speed diamond saw. The dye penetration on each of the specimens were then observed with a stereomicroscope at ×20 magnification. The results of this study were statistically analyzed using the independent sample t-test and analysis of variance.

Results were as follows,

1. In occlusal walls, microleakage were significantly reduced in acid etched group restored with Dyract AP, but no statistically significance in F2000 groups.
2. In gingival walls, microleakage were significantly reduced in group 2 restored with Dyract AP, and group 2 and group 3 in F2000 groups.
3. All groups, except group 3 in Dyract AP, showed significantly less microleakage in occlusal wall than gingival wall.
4. No statistical significance were showed between group 2 and group 3 in both materials.

**Key words** : Compomer, Microleakage, Acid etching, Physiologic pulpal pressure, Class V cavity