

## 7세대 결합제의 미세누출에 관한 연구

이상엽 · 이광희 · 김대업 · 라지영

원광대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

상아질 접착제는 많은 발전을 거듭하여 적용 단계가 단순화되고 짧아져서 어린이에게 사용하기에 더욱 편리해졌다. 본 연구에서는 최근 개발된 7세대 결합제인 i-bond™(Kulzer, Germany)의 미세누출을 기존에 사용되는 다른 결합제와 비교하여 그 효용성을 평가하기 위함이다. 40개의 교정적 목적으로 발거된 전전한 소구치의 협면과 설면에 5급 와동을 형성하고 무작위로 4개의 군으로 나누었다. 1군은 4세대인 Scotchbond Multi-Purpose®(3M, USA), 2군은 5세대 Clearfil SE Bond(Kuraray, Japan), 3군은 6세대 AQ Bond(Sun medical, Japan), 4군은 7세대 i-bond™(Kulzer, Germany)를 적용하고 복합레진 Z100(3M, USA)으로 충전하였다. 시편을 5℃와 55℃에 각 30초간 계류시켜 1,000회 열순환하고 2% methylene blue 용액에 24시간 넣어 염료를 침투시킨 뒤, 저속 diamond cutter(Isomet™, Buehler, USA)를 이용하여 주수하에 치아를 협설로 절단하였다. 색소의 침투 정도를 입체현미경을 이용하여 침투깊이를 0에서 3점으로 채점하여 측정된 뒤 미세누출 정도를 비교하였다. 결과적으로 7세대 결합제의 미세누출 평균값이 다른 결합제보다 높게 나왔으며, 특히 4세대 결합제와는 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

**주요어 :** 7세대 상아질 결합제, 미세누출, 복합레진

### I. 서 론

최근 많이 사용되고 있는 복합레진은 치과 진료 영역에서 빠져서는 안되는 중요한 한 부분이 되어왔다. 하지만, 그 사용에 있어 기술적으로 여러 가지 어려운 부분이 존재하는 것 역시 사실이다. 이러한 기술적인 어려움들을 극복하고자 많은 노력과 연구들이 있어왔다. 그 연구의 한 부분으로 결합제(bonding agent)에 대한 것이다.

복합레진을 치질에 접착시키기 위해 결합제가 필요한데, 최근에 사용되는 결합제의 기본적인 구성 요소는 산부식제(etchant), 프라이머(primer), 접착제(adhesive)이다. 산부식제는 범랑질을 탈회시켜 미세결합구조를 형성하고, 상아질에서는 도말층(smear layer)을 제거하여 상아질 표면을 탈회시키는 역할을 한다. 프라이머는 점성이 낮은 친수성 레진으로 친수

성을 가진 상아질 표면을 소수성으로 변화시켜 접착제의 침투를 용이하게 하며, 상아질 과민증의 예방 및 치료에도 사용된다. 접착제는 주로 소수성 혼성층(hybrid layer)을 안정화시키며 상아세관 내로 침투하여 레진 tag를 형성한다<sup>1)</sup>. 이 과정을 모두 거치는 것이 4세대 결합제이다. 이 때 과도한 산부식, 산부식후의 과도한 건조, 상아질 습윤 조절의 어려움<sup>2,3)</sup>, 복잡한 과정 중의 타액이나 혈액에의 오염<sup>4)</sup> 등으로 인해 그 결합력이 떨어질 수 있으므로 사용상 어려움이 있다. 이로 인해 최근에 개발되고 있는 결합제는 기존에 사용되던 4세대 결합제와는 다르게 술식을 간단히 하여 시술 시간을 단축하고 시술 도중의 오염에 대한 가능성을 줄여준다는 방향으로 발전되어 왔다. 그 결과, 프라이머와 접착제 도포를 한 과정으로 하는 'one bottle system' 과 산부식과 프라이머를 한 과정으로 하는 'self-etching primer system' 인 5세대 결합제, 산부식제와 프라이머, 접착제를 혼합하여 한 번의 적용으로 사용하는 'all-in-one system' 인 6세대 결합제로 발전되어 왔다. 이들 결합제는 과정을 단순화할 뿐만 아니라, 산부식 후 수세의 과정이 생략되므로 행동조절이 어렵고, 진정요법 하에서 치료를 받고 있는 환자에서 소음과 자극을 줄여줄 수 있다. 최근에 개발된 7세대 결합제

교신저자 : 이 광 희

전북 익산시 신웅동 344-2

원광대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel: 063-850-1955

E-mail: kwhee@wonkwang.ac.kr

II. 연구 재료 및 방법

는 6세대와는 달리 산부식제, 프라이머, 접착제를 혼합없이 한번에 적용하게 되어 소아나 유아에게 적용시키기 쉬운 장점이 있다<sup>5)</sup>. 그러나, 그 효과에 대해서는 논쟁의 여지가 많은 것이 사실이다.

이러한 결합제의 발달은 또한 복합레진의 충전 전후의 체적 안정성 측면에서도 중요한 역할을 담당한다. 복합레진이 많은 개선이 있었음에도 불구하고 여전히 중합시 수축을 완전히 해결하지 못함으로써 여전히 임상적 실패의 큰 요인이 되고 있다. 이러한 수축은 충전 후 충전물과 치아사이에 공극을 형성하며 이 공극으로 세균, 타액, 분자나 이온 등이 유입될 수 있는데 이를 변연부의 미세누출이라 한다. 이러한 미세누출은 변연착색, 이차우식, 술 후 민감증, 치수병변 등을 유발시킬 수 있다<sup>6)</sup>. 따라서 충전 후의 미세누출의 정도는 치과수복물의 수명을 결정하는데 중요한 요인이 된다. 이러한 미세누출을 줄이기 위해서 중합수축에 견딜만큼 접착의 강도가 증가한 결합제의 발전 이외에도 복합레진의 충전제(filler)의 크기 및 혼합양상에 변화를 주거나, 광중합 복합레진에 사용하는 광원에 대한 다양한 연구 등 많은 연구가 있어왔다. 복합레진의 미세누출에 영향을 미치는 요소는 중합수축 뿐만 아니라 치아보다 높은 열팽창계수, 와동형태 및 형성방법, 수복물의 충전방법, 마무리 술식, 수복재 자체의 성질도 포함된다<sup>7)</sup>.

본 연구는 최근에 개발된 7세대 결합제와의 미세누출의 정도를 기존에 사용되던 다른 결합제와 실험적으로 비교하고자 하였다.

1. 연구 재료

40개의 교정적 목적으로 발견된 건전한 소구치의 연조직과 치석을 제거하고 실온의 생리식염수에 보관한 후 연구 대상 치아로 사용하였다. 무작위로 10개씩 4개 군으로 나누고, 1군은 4세대 상아질 결합제인 Scotchbond Multi-Purpose<sup>®</sup>(3M, USA), 2군은 5세대 self-etching primer system인 Clearfil SE Bond(Kuraray, Japan), 3군은 6세대 all-in-one system인 AQ Bond(Sun medical, Japan), 4군은 7세대 i-bond<sup>™</sup>(Kulzer, Germany)를 사용하였으며, 그 구성 성분은 다음과 같다(Table 1). 와동충전에 사용한 복합레진은 Z100(3M, USA)이며, 광원은 플라즈마 방식인 Flipo(Lokki, France)를 사용하였다.

2. 연구 방법

1) 와동 형성

준비된 40개의 치아의 협설면에 #245 carbide bur를 이용하여 주수 하에 bur의 날의 길이의 절반만 삽입하여 한번 왕복하여 깊이 1.5mm, 폭 1mm, 근원심 길이 4~5mm로 5급 와동을 형성하였다. 동일한 술자가 모든 와동을 형성하였으며, 형성된 치아를 무작위로 4개군으로 나눴다.

Table 1. Composition of materials

Materials	solvent	Composition
Scotchbond Multi-Purpose	water	Etchant : 35% phosphoric acid Primer : HEMA, light cured polymer, water Adhesive : Bis-GMA, HEMA
Clearfil SE Bond	water	Primer : HEMA, MDP, water Adhesive : camphorquinone, Bis-GMA, HEMA
AQ Bond	acetone /water	Base : methacrylate monomers including 4-META AQ-Sponge : Polyurethane foam containing p-toluene sulfinic acid sodium salt
i-bond	acetone /water	4-META, UDMA, acetone, water, glutaraldehyde

Table 2. Treatment method & time of each materials

Generation	Etching	Rinsing/Dry	Priming	Dry	Adhesive	Dry	Light curing	Total time
4th	etchant (15s)	rinse(15s) dry(2s)	primer	5s	adhesive	3s	5s	45s
5th		self etching/priming (20s)		3s	adhesive (15s)	3s	5s	46s
6th		AQ sponge + Base (20s)		3s	2nd coat	5s	5s	33s
7th		apply 3 consecutive coats, gentle rubbing(30s)				3s	5s	38s

2) 복합레진 충전

각 군은 결합제를 제조사의 지시에 따라 와동에 처리한 후 (Table 2), Z100(3M, USA)을 충전하고 Flipo(Lokki, France)를 사용하여 2-step mode로 5초간 광중합 하였다. 충전된 각 치아들은 상온의 증류수에 24시간 보관한 뒤, Sof-Lex 폴리싱 디스크를 단계별로 사용하여, 연마하고 와동 변연을 노출시켰다. 모든 결합제의 적용과 복합레진 충전 및 연마 등의 각 단계는 동일한 술자가 시행하였다.

3) 시편 처리

시편은 구강내를 재현하기 위하여 5℃와 55℃에서 각 30초씩 계류시켜 1,000회 열순환(Thermocycling)하였다. 이후 충분히 건조시키고, 원하지 않는 곳으로 부터의 염료 침투를 막기 위해 수복물 변연 1mm 내를 제외한 시편의 모든 면을 nail varnish로 도포하고 건조시켰다. 도포는 3회 반복하였다. 시편을 건조한 후 2% methylene blue 수용액에 넣어 24시간 염료를 침투시켰다. 시편을 직경 25mm, 높이 20mm 의 원통형 주형에 교정용 resin으로 치경부까지 매몰하고, 저속 diamond cut-

ter(MetSAW™, TOPMET, Poland)를 이용하여 주수 하에 협설면의 충전물 중앙부위를 근원심으로 절단하였다.

4) 관찰 및 통계처리

각 군 시편의 협면과 설면을 각각 입체현미경을 이용하여 관찰하고 염료 침투 깊이에 따라 점수를 부여하였다(Table 3). 각 군간 미세누출의 정도를 비교하기 위하여 각 군의 점수를 기록하고 SPSS 10.1 프로그램을 이용하여 군별 평균치와 표준편차를 산출하여 one-way ANOVA를 시행하고 Sheffe test로 유의수준 0.05에서 사후 검정하였다.

III. 연구 성적

각 군의 미세누출을 측정된 결과는 Table 4와 같으며, 미세누출이 전혀 없는 시편의 수는 5세대 결합제를 사용한 2군이 6개(30%)로 가장 높았으며, 7세대 결합제를 사용한 4군이 1개(5%)로 가장 낮았다. 와동저까지 염료가 침투된 시편 수는 7세대 결합제를 사용한 4군이 11개로 가장 많았다. 전체적인 미세

Table 3. The rating of the dye penetration

Score	Degree of dye penetration
0	No penetrating of dye
1	Dye penetrating to 1/2 of cavity wall
2	Dye penetrating over 1/2 of cavity wall not to axial wall
3	Dye penetrating to axial wall

Table 4. Frequencies of microleakage scores measured in each group

Score	0	1	2	3	Total
Group 1 †	4	7	8	1	20
Group 2	6	3	6	5	20
Group 3	4	5	7	4	20
Group 4	1	3	5	11	20

† : Group 1 = 4th generation bonding agent  
 Group 2 = 5th generation bonding agent  
 Group 3 = 6th generation bonding agent  
 Group 4 = 7th generation bonding agent

Table 5. Data representing the degree of dye penetration in each group

Group	Mean	S.D.	N
1	1.30	0.86	20
2	* 1.50	1.19	20
3	1.55	1.05	20
4	2.30	0.92	20
Total	1.66	1.07	80

\* : significantly different (p<0.05)

누출의 평균치는 1군, 2군, 3군, 4군의 순이었으며, 1군과 2군, 3군 간에는 미세누출의 정도에는 차이가 없으나, 1군과 4군 간에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 5).

#### IV. 총괄 및 고찰

최근 소득수준의 향상으로 인해 건강과 미적 욕구의 증대는 치과분야에서도 진료에 있어 심미수복의 비중 증가로 이어지는 추세이다. 이와 더불어 저출산으로 인해 자녀의 수가 줄어들고 그 자녀에 대한 기대와 투자는 증가 하였다. 이런 변화들이 소아치과 영역에서 또한 심미수복의 요구증가로 이어지고 있다. 복합레진은 도재와 함께 심미수복 분야의 대표적인 치과재료로서 지속적인 연구개발과 함께 최근 물성이 대폭 개선된 다양한 제품들이 출시되어 임상에서 선택의 폭이 넓어졌다. 치아 색의 재현성이 매우 우수하고 열 전도성이 낮으며 부가적인 유지형태의 필요성이 적기 때문에 타 치과재료에 비해 복합레진의 수복 시 치아 삭제량이 상대적으로 적다는 장점을 가지고 있다<sup>8)</sup>. 이는 영구치 뿐 아니라 크기가 작은 유치에서도 수복 치료시 장점으로 작용하므로 최근의 심미적 요구가 증가된 소아치과 영역에서도 그 사용이 증가되고 있다. 이와 함께 유치의 조직학적 특성이 영구치와 유사하여 접착 시스템을 영구치에서와 동일하게 이용할 수 있다는 재료의 특성이 사용을 확대시키는 요인이 되고 있다.

복합레진을 치면에 부착할 때 결합제의 결합강도가 약하면 복합레진의 경화 시 발생하는 중합수축에 의해 상아질 혹은 법랑질과 복합레진 사이에서 미세누출이 발생한다. 이렇게 발생된 미세누출은 타액과 미생물의 침투를 허용하게 되어 색소 침착 및 이차 우식이 발생하게 된다. 따라서 수복용 복합레진의 중합수축에 견디기 위한 상아질 결합제의 결합강도에 대해 Davidson 등<sup>9)</sup>은 최소한 17~20MPa 정도는 되어야 한다고 하였으며, Munksgaard 등<sup>10)</sup>은 최소 17.6MPa 정도의 결합력이 필요하다고 하였다.

현재 치과 치료에 많이 사용되고 있는 4세대 결합제의 치면과의 결합은 산부식을 이용해 도말층을 제거하여 상아세관을 개방시키고 콜라겐 섬유를 노출시킨 후, 소수성 및 친수성 단말을 갖는 프라이머를 도포, 침투시켜 친수성인 상아세관에는 친수성 단말이 부착하고 다른 편 소수성 단말과 결합하는 접착제를 도포하여 상아질과 콜라겐 내부로의 레진 침투를 용이하게 해주는 것이다. 양 등<sup>11)</sup>은 상아질과의 접착력을 증가시키기 위해 차아염소산 나트륨을 사용하여 콜라겐 층을 제거하여 복합레진 충전 후 미세누출이 감소된 결과를 얻기도 하였다.

혼성층의 형성으로 인해 치아와의 결합력은 획기적으로 높아졌으나 시술 과정이 복잡하고 시간도 많이 걸려 타액이나 혈액에 의한 오염의 가능성이 증가되었으며, 혼성층을 형성하는 과정에서 산부식제의 수세 후, 콜라겐 섬유의 붕괴를 막고 레진이 침투할 수 있는 환경을 만들기 위한 상아질의 습윤 상태를 유지하는 것은 필수적인데, 이렇게 적절한 수분을 유지하기가 기술

적으로 쉽지만은 않다.

이러한 단점들을 보완하기 위해 개발된 5세대 결합제들이 개발되었는데 산부식제와 프라이머를 하나로 합친 'self-etching primer'와 프라이머와 접착제를 합한 'one bottle primer' 또는 'self-priming adhesive'가 있다. 이중 'self-etching primer'는 습윤 접착의 모호함을 없애고, 상아세관의 이동을 감소시키며, 교원질의 탈수를 막는다는 장점을 갖는다. 특히, 수세, 건조 과정이 없어 소아환자의 진료에 있어서 환자의 불편감을 크게 줄일 수 있다.

6세대 결합제라 불리는 'self-etching priming/bonding agent' 또는 'all-in-one system'은 산부식제, 프라이머, 접착제를 한 번에 적용하는 것으로 7세대 결합제와의 차이점은 서로 다른 용기에 들어있는 내용물을 혼합하여 쓴다는 것이다. 본 연구에 사용된 6세대 결합제인 AQ Bond는 한 용기에 여러 성분이 들어있으나, 'AQ sponge'라는 전용 sponge를 사용해야 한다.

최근에 개발된 7세대 결합제는 모든 성분이 하나의 용기에 들어있는 것으로 이전의 다른 결합제에 비해 시술시간을 단축시켜주며, 임상적으로 사용하기 쉽다. 특히, 행동조절이 어려운 소아환자에 있어서 오랜 시술 시간과, 복잡한 과정은 결합력을 감소시킬 수 있는 중요한 요인으로 작용하게 되는데, 최근 개발되고 있는 6, 7세대 상아질 결합제들은 시술 시간을 줄이고, 과정을 단순화하여 시술 도중의 오염 가능성을 줄여주는 등 행동조절이 중요시되는 소아치과영역에서 그 유용성이 크게 부각되고 있다.

5세대부터 나타나는 자가부식 프라이머에는 약산을 함유하여 부분적으로 도말층과 하부 상아질을 탈회시키고 침투한다. 상아질이 탈회될때 콜라겐 섬유가 노출되고, 동시에 프라이머의 친수성 모노머가 침투한다. 탈회는 용해된 무기물의 완충작용에 의해 제한되며 도말층의 잔여분은 혼성층과 합쳐진다. 따라서 콜라겐 내부로 레진 단량체가 더욱 침투가 잘되어 콜라겐 섬유와 침투된 레진간의 공극을 남기지 않아 결합력이 증가된다고 하였다<sup>12,13)</sup>. 자가부식 프라이머는 각 제품마다 프라이머내 산도가 pH 1.4~2.6에 이르는 산성 단량체(acidic monomer)인 4-META, phenyl P, MDP, MAC-10, 4AETA, BPDM 등과 같은 성분을 함유하고 있는데 이들은 친수성 부분, 소수성 부분, 중합 가능한 이중결합을 포함하여<sup>14)</sup> 산부식과 전처리가 동시에 이루어지게 된다. 본 연구에서 사용된 재료 중 AQ Bond는 용액내 4-META성분이 sponge에 첨가된 p-toluene sulfinic acid sodium salt(p-TSNa)와 만나 활성화됨으로써 자가부식과 레진 중합이 유발되도록 고안되어 있다.

강 등<sup>15)</sup>은 4,5,6,7세대 결합제를 유치 상아질에 적용하여 전단결합강도에 대한 연구를 시행하였는데 그 결과 5세대가 다른 세대에 비해 유의성 있게 높게 나왔으며, 6세대와 7세대의 전단결합강도가 유사하게 나왔다. 본 연구에서도 이와 유사하게 6세대가 7세대에 비해 미세누출이 적었지만 유의할 만한 차이는 보이지 않았다. 하지만, 위의 연구가 4세대와 7세대의 전단

결합강도가 유의할만한 차이를 보이지 않았는데 비해 본 연구에서는 4세대와 7세대 간의 유의할만한 미세누출의 차이를 보였다. Soderholm 등<sup>16)</sup>은 4세대가 적용하기 더 어려움에도 불구하고 전단결합강도에 있어 7세대 보다 높다고 하였다. Kallanos 등<sup>17)</sup>은 5, 6, 7세대 결합제를 이용한 미세누출 연구 결과, i-bond™를 사용한 7세대의 경우 시편의 88.5%가 미세누출이 없었다고 하였는데 반해 본 실험에서는 단지 5%만이 미세누출이 없었다. 이는 앞의 연구와 다르게 본 연구에서 복합레진 충전 시 충전의 통일성을 주기 위해 적층충전을 하지 않았다. 적층충전의 양과 방법에 따라 수축응력의 차이가 발생해 복합레진과 와동벽 사이의 결합력에도 영향을 미칠것으로 생각하여 와동 전체를 한번에 충전 하였던 것이 복합레진의 수축을 더 많이 일으켜 미세누출이 전체적으로 많았던 것으로 생각된다<sup>18)</sup>. 하지만 두 연구의 공통점은 산부식제를 따로 쓰는 4세대와 5세대 중 one bottle system인 결합제가 self-etching system 보다 낮은 미세누출을 보인점이다. 구와 차<sup>19)</sup>의 연구에서도 산부식제를 따로 쓰는 5세대 one bottle system과 7세대 i-bond™ 사이에 유의할만한 전단결합강도의 차이를 보였다.

많은 소아치과 의사들은 소아환자 진료시 시술 시간을 단축시키기 위해 조사 시간이 짧은 광중합기를 사용하고 있다. 이번 연구에서도 최근 많이 쓰이는 플라즈마 광중합기를 사용하여 2-step 조사모드로 5초간 광조사 하였는데, 2-step 조사방식은 중합시의 gel-point를 늦춰 연장된 flow phase동안 복합레진내의 중합 시 발생하는 스트레스를 감소시키기 위해 개발된 것이다<sup>20)</sup>. 이 등<sup>21)</sup>, 정 등<sup>22)</sup>의 연구에서 플라즈마광과 할로겐광을 이용하여 광중합한 후 미세누출을 측정한 결과 플라즈마광이 미세누출이 많았으나 통계적으로 유의하지는 않다고 하였다.

이번 연구에 사용된 여러 결합제 중 4세대 결합제에서만 35% 인산으로 15초 동안 산부식을 시행하였다. 법랑질과 상아질의 산부식 효과는 산의 농도와 적용시간 등에 의해 영향을 받게 되는데<sup>23)</sup>, Fusayama<sup>24)</sup>는 40%의 인산과 30-60초의 산부식 시간을 추천하였으나, 최근에는 약산과 짧은 부식 시간을 이용하여 법랑질과 상아질을 동시에 처리함으로써 치면의 과도한 손상이나 불필요한 오염을 방지하고 치료시간을 단축시키는 경향을 보이고 있다<sup>25)</sup>. 산부식 시간에 대해서는 Crim과 Shay<sup>26)</sup>, Shaffer 등<sup>27)</sup>은 법랑질에 15초간 산부식을 추천하였고, Glipatrick 등<sup>28)</sup>은 5초의 산부식은 15초와 60초간의 산부식과 비슷한 결합강도를 보인다고 하였다. 최<sup>29)</sup>는 15초와 30초 산부식을 한 경우 미세누출의 방지 정도는 유사하다고 하였다. 이러한 연구를 근거로 하여 현재 영구치의 경우 일반적으로 15초 전후의 산부식 시간이 추천되고 있다.

7세대 결합제인 i-bond™는 적용 과정이 4세대에 비해 획기적으로 단순화 되었으나 결합제를 3회 도포한 후 30초간 기다려야하는데 이것은 5세대인 Clearfil SE Bond와 6세대인 AQ Bond와 비교했을 때 짧다고 말하기 어렵고 오히려 AQ Bond 보다 적용 시간이 약간 더 길어지게 된다. 또한 미세누출 측면에서도 기존 세대보다 미세누출이 많게 나온 것은 기존 세대를

사용하는 사람에게 7세대 결합제의 사용을 권장하기에는 약점으로 작용할 것 같다. 하지만, 최근에 보다 단순하고 간편한 결합제에 대한 요구가 높아져가고 있으므로, 커져가는 요구를 충족시킬 수 있는 좋은 결합제에 대한 연구, 보완 및 개발이 필요하다 하겠다. 또한 이러한 개발에 뒤따라 다양한 임상적 연구의 진행이 요구된다.

## V. 결 론

교정적 목적으로 발거한 40개의 건전한 소구치의 치경부에 협면과 설면에 각각 5급 와동을 형성하였다. 4세대 결합제인 Scotchbond Multi-Purpose®(3M, USA), 5세대 self-etching primer system인 Clearfil SE Bond(Kuraray, Japan), 6세대 all-in-one system인 AQ Bond(Sun medical, Japan), 7세대 결합제인 i-bond™(Kulzer, Germany)를 이용하여 와동을 처리한 후 복합레진 Z100(3M, USA)으로 충전하고 플라즈마 광중합기인 Flipo(Lokki, France)로 광중합하였다.

시편을 5℃와 55℃에서 각 30초씩 계류시켜 1,000회 열순환(Thermocycling)하고 2% methylene blue로 염색하였다. 저속 diamond cutter로 협설면의 충전물을 수직 절단하여 충전물의 미세누출을 입체현미경으로 관찰하여 미세누출 정도를 0에서 3점까지 채점하였다.

4세대 결합제의 미세누출의 평균값이 가장 작았으며, 5세대, 6세대, 7세대로 갈수록 평균 미세누출 값이 커졌다. 4세대와 5세대, 6세대 간의 평균 미세누출 값에는 유의할 만한 차이를 보이지 않았지만, 4세대와 7세대 결합제의 평균 미세누출 값은 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

이상의 결과에서 7세대 상아질 결합제가 이전 세대 결합제보다 미세누출 측면에서 개선된 증거는 없지만, 이 결합제의 임상적 활용을 위해서는 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 엄정문 : Present status of conservative esthetic restoration. 대한치과의사협회지, 40:572-580, 2002.
2. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH : The overwet phenomenon : an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. Am J Dent, 9:43-48, 1996.
3. Werner JF, Tani C : Effect of relative humidity on bond strength of self-etching adhesives to dentin. J Adhes Dent, 4:277-282, 2002.
4. Hansen EK, Munksgaard EC : Saliva contamination vs. efficacy of dentin-bonding agents. Dent Mater, 5:329-333, 1989.

5. Freedman G : Seventh-generation adhesive systems. Dent Today, 21:106-111, 2002.
6. Brannstrom M, Nyborg HJ : Pulpal reaction to composite resin restorations. Prosthet Dent, 27:181-189, 1972.
7. Abdalla AI, Davidson CL : Effect of mechanical load cycling on the marginal integrity of adhesive Class I resin restorations. J Dent, 24:87-90, 1996.
8. Leinfelder KF : A conservative approach to placing posterior composite resin restorations. J Am Dent Assoc, 127:743-748, 1996.
9. Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A : The competition between the composite-dentin bond strength and polymerization contraction stress. J Dent Res, 63:1396-1399, 1984.
10. Munksgaard EC, Irie M, Asmussen E : Dentin-polymer bond prompted by Gluma and various resins. J Dent Res, 64:1409-1411, 1985.
11. 양계식, 김대엽, 이광희 등 : 차아염소산 나트륨의 사용이 복합레진 수복물의 미세누출에 미치는 영향. 대한소아치과학회지, 30:54-60, 2003.
12. Nishida K, Yamanchi J, Wada T, et al. : Development of new bonding system. J Am Dent Res, 72:137, 1993.
13. Sano PT, Shemo T, Sonoda H, et al. : Relationship between surface area adhesion and tensile bond strength, evaluation of a microtensile bond strength. Dent Mater, 10:236-240, 1994.
14. Tagami J : New trend of adhesive restoration with Clearfil liner bond 2V. J Morita Int. News, 18:1-6, 1999.
15. 강선희, 김대엽, 이광희 : 유치 상아질에 대한 수종의 상아질 결합제의 전단결합강도에 대한 연구. 대한소아치과학회지, 32:293-298, 2005.
16. Soderholm KJ, Guelmann M, Bimstein E : Shear bond strength of one 4th and 7th generation bonding agents when used by operators with different bonding experience. J Adhes Dent, 7:57-64, 2005.
17. Kallanos TN, Al-Badawi E, White GE : An *in vitro* evaluation of microleakage in class I preparations using 5th, 6th and 7th generation composite bonding agents. J Clin Pediatr Dent, 29:323-328, 2005.
18. 김효석, 이난영, 이상호 등 : 적층충전법이 복합레진의 중합수축에 미치는 영향. 대한소아치과학회지, 32:481-490, 2005.
19. 구재홍, 차현석 : 7세대 상아질 접착제(i-bond)의 전단 결합강도. 대한치과의사협회지, 43:720-727, 2005.
20. Hannig M, Bott B : In-vitro pulp chamber temperature rise during composite resin polymerization with various light-curing sources. Dent Mater, 15:275-281, 1999.
21. 이선영, 양연미, 백병주 등 : 복합레진의 미세누출에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 30:593-599, 2003.
22. 정영남, 김대엽, 이광희 : 광중합 방법 및 레진 접착제의 종류에 따른 유치 수복물의 미세누출. 대한소아치과학회지, 29:592-599, 2002.
23. Gilpatrick RO, Kaplan I, Roach D : Microleakage of composite restorations with various etching times. Quintessence Int, 25:573-576, 1994.
24. Fusayama T : Optimal cavity wall treatment for adhesive restoration. J Esthet Dent, 2:95-99, 1990.
25. Pashley DH : The effects of acid etching on the pulpodentin complex. Oper Dent, 17:229-242, 1992.
26. Crim GA, Shay JS : Effect of dentin pretreatment procedures on the microleakage of a dentin bonded composite resin material. Quintessence Int, 19:365-367, 1988.
27. Shaffer SE, Barkmeier WW, Kelsey WP : Effects of reduced acid conditioning time on enamel microleakage. Gen Dent, 35:278-280, 1987.
28. Gilpatrick RO, Ross JA, Simonsen RJ : Resin to enamel bond strengths with various etching times. Quintessence Int, 22:47-49, 1991.
29. 최형준 : 상아질 산처리 방법에 따른 레진-상아질 경계면에서 Hybrid층의 형성에 관한 연구. 조선대학교 박사논문, 1998.
30. 현홍근, 김정옥, 이상훈 : 범랑질 표면처리방법에 따른 치면열구전색제의 미세누출에 관한 비교연구. 대한소아치과학회지, 28:512-521, 2001.
31. 박현정, 김종수, 김용기 : 유동성 복합 레진을 적용한 예방적 레진 수복물의 미세누출 양상에 관한 비교연구. 대한소아치과학회지, 27:419-430, 2000.

Abstract

MICROLEAKAGE OF 7TH GENERATION BONDING SYSTEM

Sang-Yup Lee, Kwang-Hee Lee, Dae-Eup Kim, Ji-Young Ra

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University*

Dentin bonding system have recently been developed in an effort to simplify and shorten bonding procedure. The intent of this study was to evaluate microleakage of newer generation of dentin bonding system comparing with other generations.

Forty extracted human premolar teeth were randomly assigned to four groups for bonding: the 4th generation bonding system(Scotchbond Multi-Purpose), the 5th generation bonding system(Clearfil SE Bond), 6th generation bonding system(AQ bond) and 7th generation bonding system(i-bond)<sup>TM</sup>. Class V cavities were prepared in buccal and lingual surface. The cavities were restored with composite resin (Z100) after the application of dentin bonding systems according to the instructions of the manufacturer. Samples were thermocycled and immersed in methylene blue dye(2%). Each sample was sectioned with Isomet and evaluated for microleakage using stereomicroscopy.

The mean value of the microleakage in 7th generation bonding system was greater than those of 4, 5, 6th generation dentin bonding system. Statistically, the mean values of microleakage between 4th and 7th generation bonding system were significantly different from each other( $p < 0.05$ ).

**Key words** : 7th generation dentin bonding system, Microleakage, Resin composite