

유치 상아질에 대한 수종의 상아질 결합제의 전단결합강도에 대한 연구

강선희 · 김대업 · 이광희

원광대학교 치과대학 소아치과학교실 · 치의학연구소

국문초록

소아환자의 수복치료에서 시술시간과 시술과정을 줄이는 것은 중요한 점이다. 복합레진은 물성의 증가로 영구치, 유치 전치부 심미수복재로써 뿐만 아니라 구치부 수복에도 많이 쓰이고 있다. 최근에 개발된 7세대 상아질 결합제는 기존의 복합레진을 치면에 부착하기 위해 필요했던 산부식, 프라이밍, 접착제 도포의 복잡한 과정을 한번의 처리로 단순화하였다. 본 연구에서는 유치 상아질에서 7세대 상아질 결합제의 결합력을 기존에 사용되고 있는 여러 결합제의 결합력과 비교하였다.

1, 2, 3, 4군은 각각 4, 5, 6, 7세대 상아질 결합제를 사용하였다. 유치 상아질을 노출시키고 군에 따라 상아질 면을 처리한 후에 직경 2.5mm, 높이 2.0mm의 주형을 이용하여 복합레진을 접착시키고 열순환을 시행한 다음 전단결합강도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 5세대 상아질 결합제인 Clearfil SE Bond가 가장 높은 전단결합강도인 27.87 ± 5.33 MPa를 보였다. 이것은 4, 6, 7세대와 비교했을 때 통계학적으로 유의하였다.
2. 4세대 상아질 결합제의 전단결합강도는 20.11 ± 5.73 MPa로 6, 7세대보다는 약간 높게 나타났지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.
3. 6, 7세대 상아질 결합제의 전단결합강도는 유사하게 나타났다.

주요어 : 7세대 상아질 결합제, 전단결합강도, 유치 상아질, 복합레진

I. 서 론

복합레진은 수복치료에 있어서 환자들의 심미적 측면에 대한 관심의 증가와 물성의 향상으로 영구치 뿐만 아니라 유치의 구치부 수복에 많이 사용되고 있다.

일반적으로 복합레진과 치질이 접착하기 위해 필요한 결합제의 구성 요소는 산부식제(etchant), 프라이머(primer), 접착제(adhesive)이다. 산부식제는 법랑질을 탈회시켜 미세결합구조를 형성하고, 상아질에서는 도말층을 제거하여 상아질 표면을

탈회시키는 역할을 한다. 프라이머는 점성이 낮은 친수성 레진으로 친수성을 가진 상아질 표면을 소수성으로 변화시켜 접착제의 침투를 용이하게 하며, 상아질 파민증의 예방 및 치료에 사용된다. 접착제는 주로 소수성 단량체로 혼성층을 안정화시키며 상아세관 내로 침투하여 레진 tag를 형성한다¹⁾. 이 과정을 모두 거치는 것은 4세대 상아질 결합제이다. 4세대 상아질 결합제는 산부식제로 30~40% 인산을 사용하여 법랑질과 상아질에서 동시에 높은 결합력을 얻을 수 있었다. 그러나, 레진과 치아사이에 임상적으로 높은 결합력을 얻기 위해서는 앞서 설명한 여러 복잡한 과정을 거치게 된다. 이 때 여러 가지 사항에 주의해야 하는데 과도한 산부식, 산부식 후의 과도한 건조, 상아질 습윤 조절의 어려움²⁾, 복잡한 과정 중의 타액이나 혈액에 의한 오염³⁾ 등을 들 수 있다. 최근에 개발되고 있는 상아질 결합시스템은 기존에 사용되던 4세대 결합제와는 다르게 레진-상아질 결합시 요구되는 술식 단계를 간단히 하여 시술 시간을 단

교신저자 : 김대업

전북 익산시 신웅동 344-2

원광대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 063-850-1956~7

E-mail : davy3927@yahoo.co.kr

축하고 시술 도중의 오염에 대한 가능성을 줄여준다.

우선 5세대 상아질 결합제에는 프라이머와 접착제 도포를 한 과정으로 하는 one bottle system과 산부식과 프라이밍을 한 과정으로 하는 self-etching primer system이 포함된다. 6세대 상아질 결합제는 산부식과 프라이머, 접착제를 혼합하여 한번의 적용으로 사용하는 All-In-One system이다. 이들 결합제는 복잡한 과정을 단순화할 뿐만 아니라, 산부식 후 수세의 과정이 생략되므로 행동조절이 어렵고, 진정요법 하에서 치료를 받고 있는 환자에서 소음과 자극을 줄여줄 수 있다. 그러나 아직까지 이들 결합제의 결합력에 대해서는 논란^{4,6)}이 많으며, 결합력 향상을 위한 개발 중에 있다.

최근에 개발된 7세대 결합제는 6세대와는 달리 산부식, 프라이머, 접착제를 혼합없이 한 번에 적용하게 된다. 모든 과정이 한 단계로 끝나는 장점이 있어, 행동조절이 어렵고 시술시간에 제한을 받는 소아 환자에서는 흥미로운 재료이지만, 아직까지 7세대 결합제와 치아의 결합력에 관한 연구는 부족한 편이다. 따라서, 본 연구에서는 최근에 개발된 7세대 결합제가 유치 상아질에서 기존에 사용되던 다른 결합제와 비교했을 때 어느 정도의 결합력을 갖는지 비교해 보고자 한다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에 사용한 재료는 4세대 상아질 결합제인 Scotchbond Multi-Purpose[®](3M, USA)과 5세대 self-etching primer system인 Clearfil SE Bond(Kuraray, Japan), 6세대 All-

in-One system인 Prompt L-Pop[®](3M ESPE, USA), 7세대 i-bond[™] (Kulzer, Germany)를 사용하였으며, 그 구성 성분은 다음과 같다(Table 1).

2. 연구 방법

1) 실험 대상 치아

최근에 발거된 우식이나 결손부위, 충전물이 없는 유구치 80개를 사용하였다.

2) 시편 준비

직경 15mm, 높이 20mm의 주형에 교정용 아크릴릭 레진을 이용하여 치아의 순면이 노출되도록 하여 시편을 매몰하였다. 레진 경화시 발생하는 열을 분산시키기 위해 시편은 매몰 직후 탈이온수에 담겼다. 레진이 충분히 경화되도록 30분간 기다린 후 주형에서 시편을 제거하였다.

3) 상아질 표면의 노출과 연마

400 grit의 실리콘 카바이드 페이퍼를 이용하여 치아의 상아질을 노출시킨 후 600, 800, 1,000grit의 실리콘 카바이드 페이퍼를 순서대로 이용하여 3×4mm 크기의 균일한 넓이로 상아질이 노출되도록 연마한 후, 탈이온수에 보관하였다.

4) 상아질 표면처리 및 레진 접착

각 제조사의 지침에 따라 각 표본의 상아질을 처리(Table 3)한 후 내경 2.5mm, 높이 2.0mm의 크기로 제작된 teflon 주형을 상아질 표면에 고정시키고 복합레진(Z100, 3M, USA,

Table 1. Composition of materials

| Materials | solvent | pH | Composition |
|--------------------------|---------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Scotchbond Multi-Purpose | water | 0.02 | Etchant : 35% phosphoric acid Primer : HEMA, light cured polymer, water Adhesive : Bis-GMA, HEMA |
| Clearfil SE Bond | water | 2.0 | Primer : HEMA, MDP, water Adhesive : camphoroquinone, Bis-GMA, HEMA |
| Prompt L-Pop | water | 1.0 | Liquid 1(red) : methacrylated phosphoric esters, Bis-GMA, initiator, Stabilizers Liquid 2(yellow) : water, HEMA, polyalkenoic acid, Fluoride complex, Stabilizers |
| i-bond | acetone/water | 2.2 | 4-Meter, UDMA, acetone, water, glutaraldehyde |

Table 2. Distribution of samples in each group

| Group | Materials | Sample size |
|-------|------------------------------------------|-------------|
| I | 4th generation- Scotchbond Multi-Purpose | 20 |
| II | 5th generation- Clearfil SE Bond | 20 |
| III | 6th generation- Prompt L-Pop | 20 |
| IV | 7th generation- i-bond | 20 |
| Total | | 80 |

shade A2)을 충전하여 Flipo(Lokki, France) 광중합기를 이용해 9초 동안 광중합하였다. 중합이 완료된 후 조심스럽게 주형을 제거하고, 다시 5초(2-step mode)동안 광중합 하였다. 중합이 끝난 치아는 37℃의 100% 상대습도에서 24시간 동안 보관하였다.

5) 열 순환

구강내의 온도 변화를 재현하기 위하여 5℃와 55℃에서 각 30초씩 계류시켜 1,000회 열순환하였다.

6) 전단결합강도 측정

각 군 표본의 전단결합강도는 Universal Testing Machine (Zwick Z020, Zwick Co., Germany)을 이용하였으며, 최대 하중은 50kg, cross-head speed는 2mm/min로 측정하였다.

7) 통계처리

평균간의 차이의 유의성을 일원분산분석 후 최소유의차 사후 검정(ANOVA/LSD post-hoc test)으로 유의수준 0.05에서 검정하였다.

Ⅲ. 연구 성적

전단결합강도를 측정한 결과는 다음과 같다(Table 4, Fig. 1). Clearfil SE Bond를 사용한 Ⅱ군이 27.87±5.33MPa로 가장 높은 전단결합강도를 나타냈으며, Ⅰ, Ⅲ, Ⅳ 군과 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 다음으로 Ⅰ군이 22.08±4.61MPa로 높았으며, Ⅳ군이 20.11±5.73MPa로 그 다음이었고, Ⅲ군이 19.98±5.76MPa로 가장 낮은 전단결합강도를 보였다. 그러나 Ⅰ군, Ⅲ군, Ⅳ군들 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 5.).

Table 3. Treatment method & time of each materials

| | etching | rinsing/dry | priming | dry | adhesive | dry | light curing |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------|-----------|---------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| 4th generation | etchant (15 seconds) | rinse(15 seconds) dry(2 seconds) | primer | 5 seconds | adhesive | | light curing |
| 5th generation | | self etching/priming (20 seconds) | | 3 seconds | adhesive(15 seconds) | 3 seconds | light curing |
| 6th generation | Mixing squeezing(red, yellow reservoir), mixing(5 seconds) | | | | rubbing with moderate finger pressure(15 seconds) | 3 seconds | light curing |
| 7th generation | No mixing apply 3 consecutive coats, gentle rubbing(30 seconds) | | | | | 3 seconds | light curing |

Table 4. Shear bond strength

| Group | Mean(MPa) | SD |
|-------|-----------|-------|
| I | 22.08 | ±4.61 |
| II | 27.87 | ±5.33 |
| III | 19.98 | ±5.76 |
| IV | 20.11 | ±5.73 |

Table 5. The result of one-way ANOVA test for shear bond strength

| Group | I | II | III | IV |
|-------|---|----|-----|----|
| I | | | | |
| II | * | | | |
| III | - | * | | |
| IV | - | * | - | |

- : not significant

* : significantly different (p<0.05) by LSD test

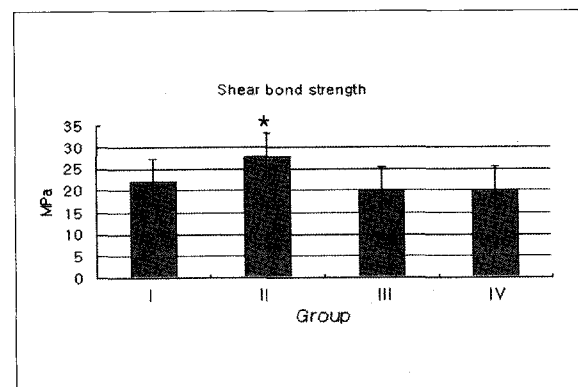


Fig. 1. Shear bond strength

IV. 총괄 및 고찰

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 등⁷⁾은 최소한 17~20MPa 정도는 되어야 한다고 하였으며, Munksgaard 등⁸⁾은 최소 17.6MPa 정도의 결합력이 필요하다고 하였다.

현재 치과 치료에 많이 사용되고 있는 4세대 결합제의 치면과의 결합은 주로 혼성층(hybrid layer)에 의한 기계적 결합에 의해 이루어지고 있다. 이 혼성층은 1982년 Nakabayashi 등²³⁾에 의해 제시된 것으로, 복합레진과 상아질 간의 결합력을 증가시키기 위해서는 산부식을 이용해 도말층을 제거하여 상아세관을 개방시키고 콜라겐 섬유를 노출시킨 후, 소수성 및 친수성 단말을 갖는 프라이머를 도포, 침투시키고 접착제를 도포하여 상아질과 콜라겐 내부로의 레진 침투를 용이하게 해주는 것이다. 혼성층 형성으로 인해 치아와의 결합력은 획기적으로 높아졌으나 시술 과정이 복잡하고 시간도 많이 걸려 타액이나 혈액에 의한 오염의 가능성을 증가시키는 등의 문제점이 지적되어 왔다. 또한, 혼성층을 형성하는 과정에서 산부식제의 수세 후, 교원섬유의 붕괴를 막고 레진이 침투할 수 있는 환경을 만들기 위한 상아질의 습윤 상태를 유지하는 것은 필수적인데, 이것은 술자간의 기술에 민감한 결과를 낳게 된다.

이러한 단점들을 보완하기 위해 개발된 5세대 결합제에는 산부식과 프라이머를 하나로 합한 'self-etching primer'와 프라이머와 접착제를 합한 'one bottle primer' 또는 'self-priming adhesive'가 있다. 이중 'self-etching primer'는 습윤 접착의 모호함을 배제하고, 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 산, 프라이머, 접착제를 한 번에 적용하는 것으로 7세대 결합제와의 차이점은 서로 다른 용기에 들어있는 내용물을 혼합하여 쓴다는 것이다. 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.

마찬가지로 많은 소아치과의사들은 소아환자 진료시 시술 시간을 단축시키기 위해 조사 시간이 짧은 광중합기를 사용하고 있다. 플라즈마 아크 광중합기인 Flipo의 경우 제조사에 의하면 일반적인 복합레진의 광중합에는 3초간의 조사로도 충분하다고 하였으나, 임상가들은 주로 2-step 조사방식을 사용하고 있다. 2-step 조사방식은 중합시의 gel-point를 늦춰 연장된 flow phase동안 복합레진내의 중합스트레스(polymerization stress)를 감소시키기 위해 개발된 것이다⁹⁾. 이번 연구에서는 치면을 상아질 결합제로 처리한 후 테플론 주형에 복합레진을 채우고 Flipo를 이용하여 2-step 조사모드로 5초간 광조사하였다.

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 되는데¹⁰⁾, Fusayama¹¹⁾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 있다¹³⁾. 산부식 시간에 대해서는 Crim과 Shay¹⁴⁾, Shaffer 등¹⁵⁾은 법랑질에 15초간 산부식을 추천하였고, Glipatrick 등¹⁶⁾은 5초의 산부식은 15초와 60초의 산부식 시간과 비슷한 결합강도를 보인다고 하였다. 이러한 연구를 근거로 하여 현재 영구치의 경우 일반적으로 15초 전후의 산부식 시간이 추천되고 있다¹⁹⁾. 하지만 유치는 영구치보다 더 낮은 칼슘과 인의 농도를 가지고 있고¹⁷⁾, 관주 상아질이 영구치보다 두꺼워 상대적으로 관간 상아질이 적게 되므로 결합력에 영향을 미친다고 하였다¹⁸⁾. 또한 상아세관의 밀도나 지름이 영구치 보다 작다²⁷⁾. 이러한 성분, 구조의 차이로 인해 Nor 등²⁰⁾은 유치에서의 산부식 시간을 영구치의 약 1/2로 줄이거나 더 낮은 농도의 산부식제를 사용해야 한다고 하였다. 그러나 이번 연구에서는 제조사의 지시에 따라 영구치와 같은 농도와 시간으로 산부식함에 따라 산의 농도나 부식 시간이 다소 낮은 결합력을 가져온 요인이 될 수 있을 것으로 짐작된다.

이번 연구 결과에서 5세대 self-etching primer system인 Clearfil SE Bond가 27.87 ± 5.33 MPa로 가장 높은 전단 결합강도를 보이고 있다. Clearfil SE Bond는 산부식과 프라이밍 과정을 한 번에 처리하는 것으로 수세 과정이 없어 행동조절이 어려운 소아환자의 치료에는 유리하며, 다른 self-etching primer system과 비교시에도 낮은 산도로 인해 높은 결합력을 보이고 있었다²¹⁾. 또한, 용매로 물을 사용하고 있는 water-based 상아질 결합제로 실제 임상에서 시술 시에 휘발성이 약하여 농도에 변함이 없는 등의 편의성과 술자의 숙련도에 덜 민감하다는 보고¹⁶⁾들을 감안해 볼 때 임상적 사용을 긍정적으로 검토해 볼 수 있을 것으로 여겨진다.

6세대 All-in-One system인 Prompt L-pop에 대해 Frey²²⁾는 기존의 방법보다 단축된 조작시간과 간편한 방법으로 높은 결합강도를 보인다고 하였고, 또 다른 연구에서는 산부식을 하

지 않았음에도 불구하고 전단강도실험에서 비슷하거나 더 나은 결과를 보이기도 했다²³⁾. Frankenberger 등²⁴⁾은 6세대 상아질 결합제가 시술 시간의 단축뿐 아니라, 시술과정에서의 오류를 최소화 할 수 있다는 장점을 가지고 있다고 하였으며, 결합강도에 있어서도 4, 5세대와 유의한 차이가 없음을 보고하였다. 그러나 본 실험에서의 Prompt L-pop에 대한 전단결합강도는 19.98±5.76MPa로 4개의 군중 가장 낮은 전단결합강도를 보였다. 이것은 4세대, 7세대 결합시스템과 통계학적 유의성을 보이는 차이는 아니었으나, 이전의 연구에서도 6세대 결합제의 결합력이 약하다는 내용과 일치한다²⁶⁾. 이번 연구에서는 제조사의 지시에 따라 산부식 없이 15초의 적용만을 시행하였으나, 수회 적용시 더 나은 결합강도를 보이고 있다는 홍 등²²⁾, Swift 등²⁵⁾의 보고에 따라 추가적인 도포를 한다면 결합강도를 향상시킬 수 있을 것으로 여겨진다. 또한, Prompt L-pop은 두 가지 성분을 섞어서 한번에 적용하는 것으로 섞는 과정에 있어서 정량이 다 섞이지 않을 경우 결합강도에 영향을 줄 수 있을 것으로 여겨진다. 또한, 산부식 과정 후 부식면의 접촉을 제한하는 기존의 4세대, 5세대 'self priming adhesive' 에서와는 달리 Prompt L-pop 결합제 도포시 치면을 문지르거나 압력을 가하면서 적용해야 한다.

최근에 개발된 7세대 결합제는 단일 용기로 모든 과정을 한번에 처리하게 된다. 그러나 아직까지 7세대 결합제의 결합력에 대한 연구는 거의 없는 편이다. 이번 연구에 사용된 7세대 i-bond의 결합력은 20.11±5.73MPa으로 다소 떨어지기는 하나 4세대 결합제와 견줄만한 결합력을 보이고 있었다. i-bond는 사용 과정이 획기적으로 단순화 되었으나 결합제를 3회 도포한 후 30초간 기다려야하는데 이것은 5세대 결합제와 비교했을 때 적용 시간이 약간 더 길어지게 된다. 따라서 앞으로는 적용 시간을 단축시키고 결합력을 증가시키기 위한 연구가 더 필요할 것으로 여겨진다.

V. 결 론

본 연구에서는 유치의 수복에 이용되고 있는 수종의 상아질 결합제를 실험 재료로 하여 유치 상아질에서의 결합강도를 평가하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

1. 5세대 상아질 결합제 Clearfil SE Bond가 가장 높은 결합강도인 27.87±5.33MPa를 보였으며, 4, 6, 7세대와 비교하였을 때 통계학적으로 유의하였다(p<0.05).
2. 4세대 상아질 결합제의 결합강도는 20.11±5.73MPa로 6, 7세대보다는 약간 높게 나타났지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.
3. 6, 7세대 상아질 결합제의 전단결합강도는 유사하게 나타났다.
- 4세대 상아질 결합제는 적용과정이 복잡하고 적용 시간이 오래 걸리는 단점이 있어, 술식을 간단히 하기 위한 여러 형태의

결합제가 개발되었다. 임상가는 사용하는 결합제의 사용법을 숙지하고 바르게 사용할 때 더 높은 결합력을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 임정문 : 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. Hansen EK, Munksgaard EC : Saliva contamination vs. efficacy of dentin-bonding agents. Dent Mater, 5:329-333, 1989.
4. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, et al. : Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. J Dent, 29:55-61, 2001.
5. Fritz UB, Diedrich P, Finger WJ : Self-etching primer : an alternative to the conventional acid etch technique? J Orofac Orthop, 62:238-245, 2001.
6. Kiremitci A, Yalcin F, Gokalp S : Bonding to enamel and dentin using self-etching adhesive systems. Quintessence Int, 35:367-370, 2004.
7. Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A : The competition between the composite-dentin bond strength and polymerization constraction stress. J Dent Res, 63:1396-1399, 1984.
8. Munksgaard EC, Irie M, Asmussen E : Dentin-polymer bond prompted by Gluma and various resins. J Dent Res, 64:1409-1411, 1985.
9. 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.
10. Gilpatrick RO, Kaplan I, Roach D : Microleakage of composite restorations with various etching times. Quintessence Int, 25:573-576, 1994.
11. Fusayama T : Optimal cavity wall treatment for adhesive restoration. J Esthet Dent, 2:95-99, 1990.
12. Frey O : Creating a reliable bond. An all-in-one system. Am J Dent, 13:85-87, 2000.
13. Pashley DH : The effects of acid etching on the pulpodentin complex. Oper Dent, 17:229-242, 1992.
14. Crim GA, Shay JS : Effect of dentin pretreatment procedures on the microleakage of a dentin bonded

- composit resin material. *Quintessence Int*, 19:365-367, 1988.
15. Shaffer SE, Barkmeier WW, Kelsey WP : Effects of reduced acid conditioning time on enamel microleakage. *Gen Dent*, 35:278-280, 1987.
 16. Gilpatrick RO, Ross JA, Simonsen RJ : Resin to enamel bond strengths with various etching times. *Quintessence Int*, 22:47-49, 1991.
 17. Buonocore MG : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34:849-853, 1955.
 18. Hirayama A : Experimental analytical electron microscopic studies on the quantitative analysis of elemental concentrations in biological thin specimens and its application to dental science. *Shikwa Gahuko*, 90:1019-1036, 1990.
 19. 최형준 : 상아질 산처리 방법에 따른 레진-상아질 경계면에서 Hybrid층의 형성에 관한 연구. *조선대학교 박사논문*, 1998.
 20. Nor JE, Feigal RJ, Dennison JB, et al. : Dentin bonding : SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res*, 75:1396-1403, 1996.
 21. J. Doi, T. Itota, Y. Torii, et al. : Micro-tensile bond strength of self-etching primer adhesive systems to human coronal carious dentin. *J Oral Rehabilitation*, 31:1023-1028, 2004.
 22. 홍상진, 박종휘, 박현동 등 : 유치에서 All-In-One system의 적용 시간과 적용 횟수에 따른 전단 결합 강도 및 혼성층 형성에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 30:263-271, 2003.
 23. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E : The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*, 16:265-273, 1982.
 24. Frankenberger R, Perdigo J, Rosa BT, et al. : 'No-bottle' vs 'multi-bottle' dentin adhesives-a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater*, 17:373-380, 2001.
 25. Swift EJ, Wilder AD, May KN, et al. : Shear bond strengths of one-bottle dentin adhesives using multiple applications. *Oper Dent*, 22:194-199, 1997.
 26. Kugel G, Ferrari M : The science of bonding: from first to sixth generation. *J Am Dent Assoc*, 131:20-25, 2000.
 27. Garberoglio R, Brannstrom M : Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol*, 21:355-362, 1976.

Abstract

THE STUDY ON SHEAR BOND STRENGTH OF VARIOUS DENTIN
BONDING SYSTEMS IN PRIMARY DENTIN

Sun-Hee Kang, Dae-Eup Kim, Kwnag-Hee Lee

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University
Wonkwang Dental Research Institute*

It is important to reduce chair time and procedure in restorative treatment for children. Composite resin is not only used in esthetic restoration of anterior teeth but also posterior teeth by its improved physical property. The 7th generation dentin bonding system was recently developed in order to simplify three steps which is needed to bond composite resin to tooth surface-etchant, primer, adhesive. We compared shear bond strengths of 4, 5, 6, 7th generations dentin bonding systems.

The primary dentin was pretreated with 4, 5, 6, 7th generation dentin bonding systems. Then composite resin was cured to the specimen using molds 2.5mm in diameter and 2mm in height. Thermocycling was performed and shear bond strength was finally measured.

The results were as follow:

1. The mean values of shear bond strengths in 5th generation dentin bonding system(group 2) were greater than those of 4, 6, 7th generation dentin bonding system(group 1, 3, 4). The differences were statistically significant.
2. The mean values of shear bond strengths in 4th generation dentin bonding system(group 2) were greater than those of 6, 7th generation dentin bonding system(group 1, 3, 4). But, the differences were not statistically significant.
3. Between the mean values of shear bond strengths in 6, 7th generation dentin bonding system(group 3, 4) were similar.

Key words : 7th generation dentin bonding system, Shear bond strength, Primary dentin