# Self-Priming Adhesives를 침투시킨 탈회 상아질의 인장강도

전북대학교 치과대학 치과보존학교실

이혜윤 · 윤미란 · 이린 · 이정 · 이광원*

## Ⅰ. 서 론

법랑질은 90% 이상이 hydroxyapatite로 구성된 매우 광화된 조직인 반면, 상아질은 hydroxyapatite로 채워진 collagen matrix로 이루어진 생물학적 복합체이다. 상아세관들은 교원 섬유는 적고 고도로 광화된 관주 상아질로 둘러싸여 있으며, 상아세관들 사이에는 교원 섬유가 풍부하며 덜 광화된 관간 상아질이 분포되어 있다[9].

상아질에 산부식을 시행하면, 표면으로부터 약 0.5-7.5㎛ 깊이까지 무기질 성분이 제거되어 교원섬유가 노출되며, 이 탈회과정을 통해 상아세관의 직경이 커지고, 관간 상아질의 다공성이 증가하게 된다[5-6]. 이 공간들로 친수성 단량체가 포함된 프라이머와 접착레진이 침투하여, resin tag와 혼성층을 형성함으로써 상아질과의 미세 기계적 결합이 일어나게 된다[7].

레진-상아질 상호 확산 영역(resin-dentin interdiffusion zone), 즉 혼성층이 상아질 결합에 미치는 영향에 대해서는 아직 논란이 많다. 그러나 1995년 Sano 등[1]의 연구에서, 접착레진을 장시간 침투시킨 탈회 상아질의 인장강도가, 탈회시키지 않은 광화 상아질 수준으로 회복되는 것으로 보아, 접착레진으로 둘러싸인 교원섬유는, 레진과 상아질의 결합에 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 노출된 collagen network의 open space 내로 접착레진 침투가 적절히 이루어지지 않을 경우, 혼성층 내에 다공성 탈회 상아질 지대가 남게 되어 결합력이 약화될 수 있다[13].

접착레진의 상아질로의 침투 정도는 상아질의 투과도, 탈회시간, 접착레진의 종류에 따른 레진 단량체의 확산도 등에 따라 다를 수 있다[14]. 탈회 상아질에 접착 레진이 어느 정도 확산되고 침투되는지 실제로 관찰하기는 어려우며, 산 처리 후 표면의 교원섬유 층이 접착에 얼마나 기여하는지는 아직 정확히 밝혀지지 않았다. Pashley[4], Suzuki 등[15] 은 접착레진의 친수성 단량체들은 직경이 작아 20㎚ 정도의 관간 상아질 사이 공간으로 6㎛ 이상 충분히 확산될 수 있다고 하였다. 그러나 두꺼운 혼성층의 아래쪽은 단량체의 농도가 낮게 나타나며 이는 혼성층의 기계적 물성에 영향을 미칠 수 있다[4]. 또한 Tay 등[16]은 직경이 작아 침투력이 우수할 것으로 기대되는 접착제에 함유된 nano-sized silica filler들도 혼성층의 교원 섬유간 공극으로는 침투하지 못함을 관찰하였다.

따라서 본 연구에서는 탈회시간과 접착 레진의 종류를 달리하여 탈회 상아질 시편에 primer/adhesive 또는 self-priming adhesive를 장시간 침투시켜 각각의 인장 강도를 측정하고, 주사전자현미경으로 파절면을 관찰해 봄으로써, 혼성층의 미세구조를 비교해 보고자 한다

## Ⅱ. 연구 재료 및 방법

### 1. 실험재료

1) 실험치아

최근 발거된 60개의 건전한 상·하악 대구치를 사용하였으며, 실험에 사용할 때까지 생리 식염수에 담아 보관하였다.

2) 접착제

본 실험에 사용한 total etch adhesives의 종류와 조성, 각각의 제조회사는 Table 1에 표시하였다.

### 2. 실험방법

1) 시편 제작

최근에 발거된 건전한 상·하악 대구치를 치관의 중앙부에서 주수 하에 Low-speed diamond saw (ISOMET, Buehler, Ltd., IL, USA)를 이용해 치아의 장축에 수직이 되게 절단하여, 치관의 중앙 1/3 부위에서 0.5 ㎜ 두께의 dentin disc를 얻었다 (Fig. 1-A). Dentin disc에서 highspeed handpiece를 이용해 ultra-fine diamond bur (Diamond point FG SF102R, Shofu Inc., Japan)로 neck 부위의 너비가 0.5 ㎜가 되도록 모래시계 모양의 시편을 제작하였다 (Fig. 1-B).

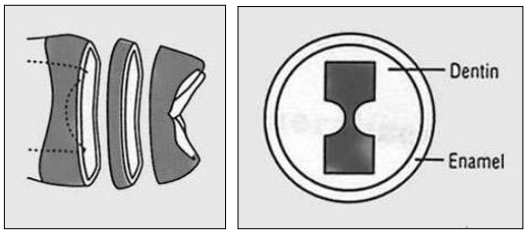



Fig. 1. Schematic of sample preparation from mid-coronal dentin disc 0.5 mm thick (A). Hour-glass specimens were cut from the discs (B).

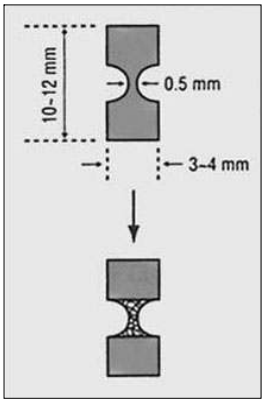



Fig. 2. Demineralization of dentin specimen

2) 탈회 및 접착레진 침투

시편의 탈회시킬 중앙 부위를 제외한 양끝 부분에 nail vanish를 각각 두 번씩 도포하였다. 각각의 시편을 거즈로 감싸 histological tissue cassette (Fisher Scientific, cat. #15-182-500E, Philadelphia, PA)에 넣고 37%의 인산 용액에 담

Table 1. Total etch adhesives used in this study

| Adhesive | Manufacturer | Components |
|---|---|---|
| All-Bond 2 | Bisco Inc, USA | Primer A (2% NTG-GMA in acetone)<br>Primer B (16% BPDM in acetone)<br>Adhesive (Bis-GMA, UDMA, HEMA) |
| Single Bond | 3M ESPE, USA | Priming adhesive<br>(Bis-GMA, HEMA, PAA, ethanol, water) |
| One-Step | Bisco Inc, USA | Priming adhesive<br>(Bis-GMA, BPDM, HEMA, acetone) |

가 magnetic stirrer (J-3000, Jung Scientific Co., Korea) 상에서 시편의 중앙 부위를 탈회시켰다 (Fig. 2).

우선 적정 탈회 시간을 알아보기 위해, 30개의 시편을 10개씩 3개의 군으로 분류하였다. 37%의 인산 용액으로 1군은 2시간 탈회, 2군은 4시간 탈회, 3군은 8시간 탈회하였다. 탈회 후, nail varnish를 제거하고 증류수에 4시간 동안 담가 세척하였다. 증류수에서 꺼낸 시편을 거즈로 가볍게 닦아 물기를 제거한 후, shaker (Green SSeriker, VISION, Korea)를 이용하여 동량 섞은 All-Bond 2 (Bisco, Inc, USA)의 Primer A와 Primer B를 실온에서 4시간 동안 침투시켰다. 그 후, 시편을 꺼내어 air로 가볍게 건조시킨 후, All-Bond 2의 Bonding resin에 담가 1시간 동안 shaking 하였다. 그 후, 각각의 시편을 광중합기 (Optilux 501, Demetron, USA)를 이용하여 5분 동안 광중합하여, 증류수에 넣고 37℃ 오븐에 24시간 동안 보관하였다.

나머지 45개의 시편은 위와 동일한 방법으로 4시간 동안 탈회한 뒤, 3개의 군으로 분류하였다. A군은 동량 섞은 All-Bond 2의 Primer A와 Primer B를 실온에서 4시간 동안 침투시킨 후, 시편을 꺼내어 air로 가볍게 건조시킨 후, All-Bond 2의 Bonding resin에 담가 1시간 동안 shaking 하였다. B군은 Single Bond (3M ESPE, USA)의 priming adhesive를 실온에서 5시간 동안 shaker를 이용해 침투시켰다. C군은 One-Step (Bisco Inc, USA)의 priming adhesive를 실온에서 5시간 동안 shaker를 이용해 침투시켰다. 그 후, 각각의 시편을 광중합기 (Optilux 501, Demetron, USA)를 이용하여 5분 동안 광중합 하고, 증류수에 넣은 후, 24시간 동안 37℃ 오븐에 보관하였다.

3) 미세인장강도 시험

미세인장강도 측정기 (Micro Tensile Tester Ref. T-61010K. Bisco, USA)에 시편을 위치시키고, 시편의 양끝을 cyanoacrylate cement (ZAPIT, Dental Ventuers of America, USA)로 고정하였다 (Fig. 3). 1.0 ㎜/min의 속도로 인장력을 가하여 시편이 파절될 때의 load를 기록하고 이를 파절 부위의 단면적으로 나누어 인장강도 (MPa)를 구하였다.

4) 주사전자현미경을 이용한 파절 단면의 분석

각 군의 파절된 시편을 완전 건조시킨 후, 상아질 파단면을 aluminium stub에 mounting하고 진공상태에서 금증착을 거쳐 시편의 단면을 주사전자현미경 (JSM-5900, JEOL, USA)을 이용해 500배율과 3000배율로 관찰하였다.

5) 통계 분석

개별 실험군의 평균값과 표준편차를 구한 뒤, 각 군 간의 통계학적 유의성을 One-Way ANOVA와 Tukey`s multiple comparison test 및 Bonferroni`s multiple comparison test를 이용해 분석하였다.

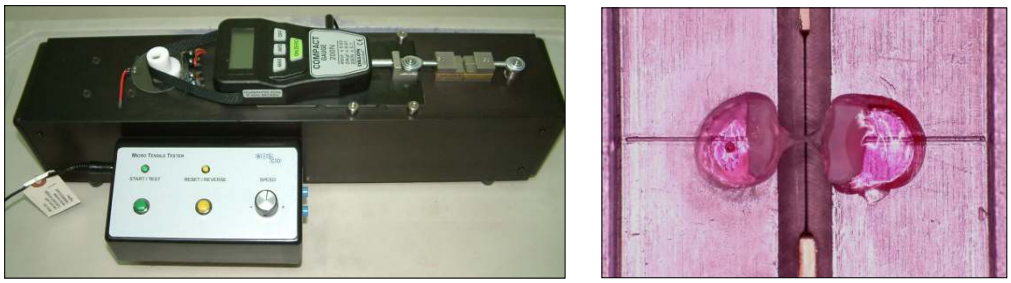


Fig. 3. Microtensile testing apparatus and testing procedure

## Ⅲ. 연구 결과

### 1. 미세인장강도

1) 탈회시간을 달리한 군

탈회시간을 달리하고 All-Bond 2를 침투시킨 군들에서 측정된 인장 강도의 평균값은, 2시간 동안 탈회시킨 1군은 69.65 ± 6.60 MPa, 4시간 동안 탈회시킨 2군은 85.68 ± 13.81 MPa, 8시간 동안 탈회시킨 3군은 65.49 ± 10.04 MPa 이었다.

4시간 탈회시킨 2군이 2시간 탈회시킨 1군과 8시간 탈회시킨 3군보다 더 높은 인장 강도를 나타냈으며, 이는 통계적으로 유의성이 있었다 ($P < .01$). 그러나 1군과 3군 간에는, 1군이 3군보다 조금 더 높은 인장강도 수치를 보였으나 이는 통계적으로 유의성이 없었다 ($P > .05$).

2) 접착 레진의 종류를 달리한 군

4시간 탈회 후, 접착 레진의 종류를 달리한 군들에서 측정된 인장 강도의 평균값은, All-Bond 2를 침투시킨 A군은 89.96 ± 11.03 MPa, Single Bond를 침투시킨 B군은 58.48 ± 16.43 MPa, One-Step을 침투시킨 C군은 65.31 ± 16.74 MPa 이었다.

All-Bond 2를 침투시킨 A군이 Single Bond를 침투시킨 B군과 One-Step을 침투시킨 C군보다 더 높은 인장 강도를 나타냈으며, 이는 통계적으로 유의성이 있었다 ($P < .01$). B군과 C군 간에는, One-Step을 침투시킨 C군이 Single Bond를 침투시킨 B군보다 더 높은 인장 강도를 나타냈으나, 이는 통계적으로 유의성이 없었다 ($P < .05$).

### 2. 단면의 주사전자현미경 관찰 결과

1) 탈회시간을 달리한 군

- 1군 - Fig. 4는 2시간 탈회시킨 후, All-Bond 2를 침투시킨 시편의 파절면으로 관간 상아질과 관주 상아질에서 무기질 성분의 용해가 부족해 교원질 사이 공간으로 레진 침투가 부족한 양상을 보이며, 상아세관 안으로도 접착레진이 불완전하게 침투해 다공성 지대를 형성하고 있다.
- 2군 - Fig. 5는 4시간 탈회시킨 후, All-Bond 2를 침투시킨 시편의 파절면으로. 확대된 상아세관 안으로 접착레진이 침투해 만들어진 resin tag가 관찰되고, 교원질과 레진 단량체가 혼재된 양상을 보인다. 상아세관 내 resin tag가 일부 탈락되거나 침투되지 않은 곳도 보이나 비교적 치밀하게 폐쇄되어 있다.
- 3군 - Fig. 6은 8시간 탈회시킨 후, All-Bond 2를 침투시킨 시편의 파절면이다. 상아세관 내에 resin tag가 치밀하게 폐쇄되어 있으며, 관간 상아질과 관주 상아질의 교원질 사이로 레진 단량체가 긴밀하게 침투해 레진과 상아질 기질을 구분할 수 없는 양상을 띤다.

2) 접착 레진의 종류를 달리한 군

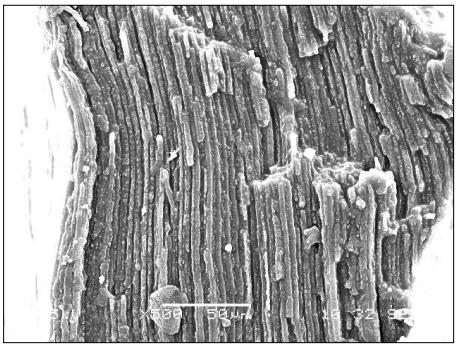
- A군 - Fig. 7은 4시간 탈회시킨 후, All-Bond 2를

Table 2. Microtensile strength of resin- infiltrated demineralized dentin according to the demineralization time (mean ± SD, MPa, n=10)

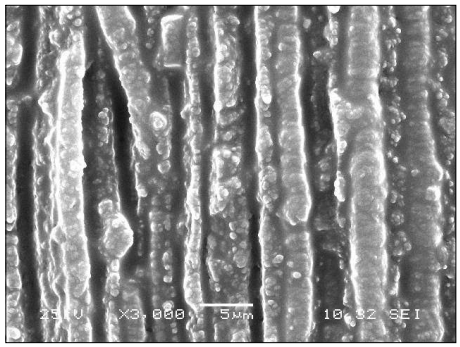
| Group | Demineralization time | Microtensile strength (MPa) |
|---|---|---|
| 1 | 2h | 69.65 ± 6.60 |
| 2 | 4h | 85.68 ± 13.81 |
| 3 | 8h | 65.49 ± 10.04 |

Table 3. Microtensile strength of resin- infiltrated demineralized dentin according to infiltrating adhesives (mean ± SD, MPa, n=10)

| Group | Adhesives | Microtensile strength (MPa) |
|---|---|---|
| A | All-Bond 2 | 89.96 ± 11.03 |
| B | Single Bond | 58.48 ± 16.43 |
| C | One-Step | 65.31 ± 16.74 |

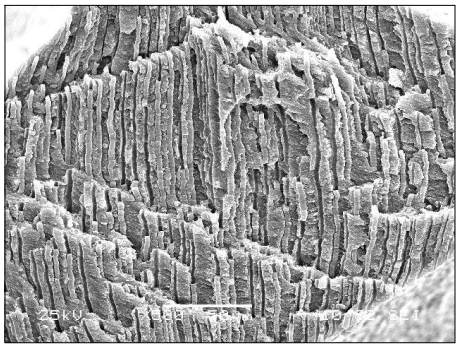


*SEM(×500)*

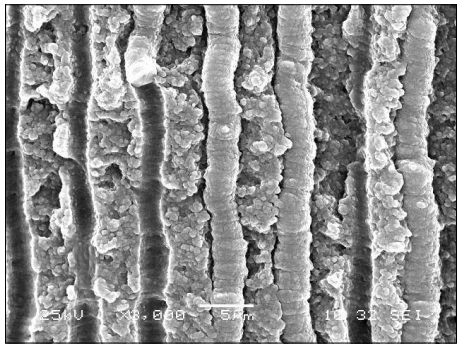


*SEM(×3000)*

Fig. 4. Scanning electron micrographs of group 1.

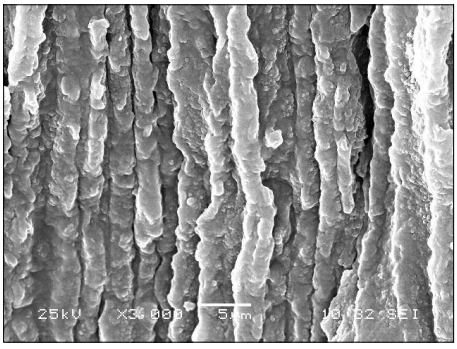


*SEM(×500)*

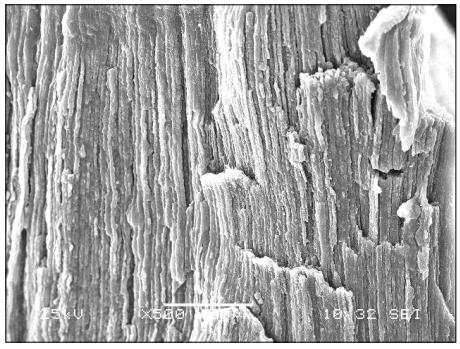


*SEM(×3000)*

Fig. 5. Scanning electron micrographs of group 2.

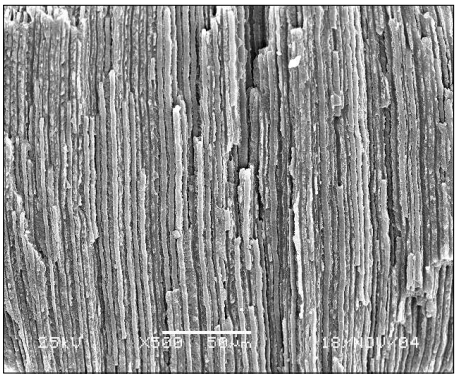


*SEM(×500)*

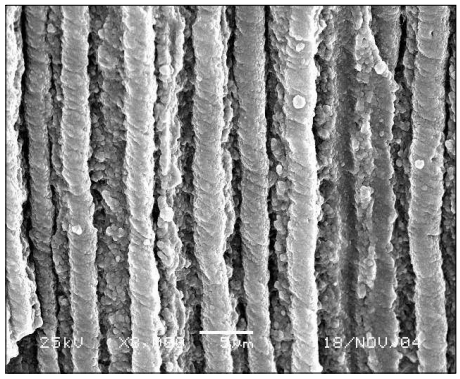


*SEM(×3000)*

Fig. 6. Scanning electron micrographs of group 3.

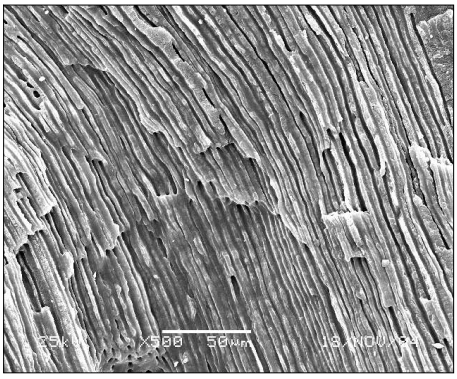


*SEM(×500)*

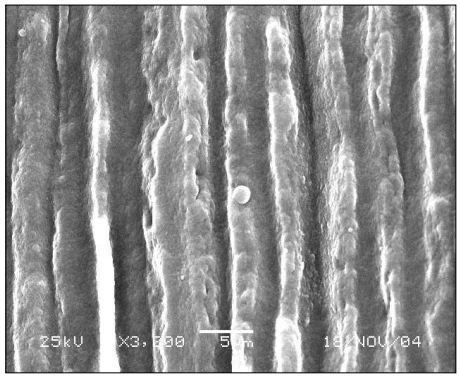


*SEM(×3000)*

Fig. 7. Scanning electron micrographs of group A.

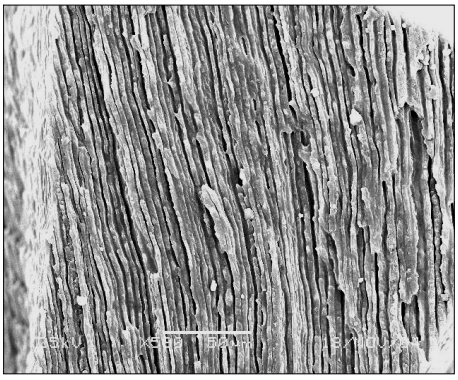


*SEM(×500)*

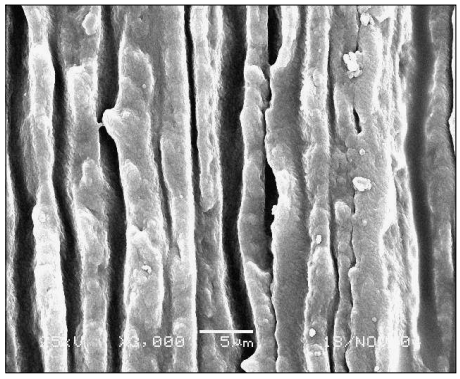


*SEM(×3000)*

Fig. 8. Scanning electron micrographs of group B.



*SEM(×500)*



*SEM(×3000)*

Fig. 9. Scanning electron micrographs of group C.

침투시킨 시편의 파절면으로 확대된 상아세관 안으로 접착레진이 침투해 만들어진 resin tag가 관찰되고, 교원질과 레진 단량체가 혼재되어 치밀하게 폐쇄된 양상을 보인다.

- B군 - Fig. 8은 4시간 탈회시킨 후, Single Bond를 침투시킨 시편의 파절면으로 관간 상아질 부위에서는 교원질과 레진 단량체가 혼재된 양상을 보이고 있으나, 상아세관 안으로 침투한 resin tag는 관찰되지 않는다
- C군 - Fig. 9는 4시간 탈회시킨 후, One-Step을 침투시킨 시편의 파절면으로 관간 상아질 부위에서는 교원질과 레진 단량체가 혼재된 양상의 보이고 있으나, 상아세관은 접착레진이 불완전하게 침투해 다공성 지대를 형성하고 있다.

## Ⅳ. 총괄 및 고안

상아질은 치질의 대부분을 차지하므로, 상아질의 물리적 특성은 매우 중요하다. 상아질은 법랑질보다 덜 광화되어 있고 유기질 함량이 훨씬 높으므로, 법랑질보다 압축강도는 작으나 탄성계수가 낮아 법랑질을 위한 shock-absorbing base 역할을 한다[9]. 상아질의 apatite filler phase는 압축 강도에 기여하고, collagen phase는 탄성과 응력분포에 기여한다고 알려져 있다[2]. 상아질의 tensile properties에 기여하는 교원질의 역할은 정확히 규명되지 않았으나, Sano 등[2]의 연구에서 human coronal mineralized dentin의 평균 인장강도는 104 MPa이었으며 EDTA로 탈회한 후에는 26-3 2MPa로 감소하는 것으로 보아 교원질도 상아질의 인장 강도에 약 30% 정도 기여하는 것으로 생각된다.

제4,5세대 상아질 결합제에 이용되는 total etching system은 도말층을 제거하고 상아질의 상층 2-5㎛를 탈회시키기 위해 산을 사용한다[10]. 이는 산을 적용하여 상아질의 교원 섬유를 정상적으로 덮고 있는 apatite mineral phase를 용해하고 제거하기 위해서이다. 그러한 처치는 교원 섬유 주변에 20-30nm 너비의 작은 통로를 형성해 친수성 단량체가 점진적으로 흘러들어가 기계적으로 유지될 수 있는 공간을 제공한다[11]. 이 과정을 통해 apatite와 교원질로 이루어진 상아질 복합체는 레진과 교원질로 구성된 새로운 형태의 복합체, 즉 혼성층(hybrid layer)으로 변화하게 된다. 이 새로운 복합체의 물리적 특성은 원래의 상아질과는 다소 다르며, 레진과 탈회된 상아질 기질의 특성에 의존한다[2]. 탈회된 상아질의 물리적 특성을 회복시키기 위한 접착 레진의 능력은 잘 규명되지 않아왔다. 그러나 Akimoto 등[1]은 adhesive resin이 탈회된 상아질에 침투해 교원섬유를 둘러싸게 되면, 교원질은 resin-dentin bonds strengths에 중요한 역할을 할 수 있을 것이라고 제안하였다. 비록 접착에 사용되는 대부분의 unfilled resin이 상대적으로 낮은 탄성계수를 갖더라도 그들의 인장강도는 탈회된 상아질의 resin reinforcement에 크게 기여할 수 있으며, 레진이 침투한 상아질의 인장강도가 탈회시키지 않은 상아질의 인장강도와 거의 유사한 수준까지 도달할 수 있다고 하였다. 본 실험 결과 역시 탈회 시간과 접착 레진의 종류에 따라 수치의 차이는 있었으나, 약 60-90 MPa의 높은 인장강도를 보였다. 비록 이 실험의 조건들이 제조자의 지시나 임상 술식과는 거리가 멀지만, 이 결과들은 레진 침투가 탈회된 상아질을 강화시킬 수 있다는 가능성을 뒷받침한다. 또한 이 수치들은 일반적인 상아질과 레진의 결합 강도보다 훨씬 크므로, 결합 실패가 혼성층 내부에서보다는 주로 혼성층 상부와 접착 레진 간 계면에서 발생함을 추측해 볼 수 있다[12].

혼성층이 상아질 결합에 어느 정도의 영향력을 미치는지에 대해서는 아직 논란이 있으며. 실제로 상아질과 레진 간 결합에는 혼성층, resin tag, 그리고 레진이 침윤된 측지(lateral branches) 등이 복합적으로 영향을 미칠 수 있다[17]. 이전에는 상아질 투과성이 주로 상아세관을 통해 확산되는 transdentin permeability 중심으로 다루어져 왔고, 상아질 접착에 관한 연구 역시 주로 상아세관을 통해 침투된 resin tag에 한정되어 있었다[5]. 그러나 이제는 intertubular dentin permeability의 중요성이 강조되고 있으며, 상아세관 사이에 존재하는 상아질 기질 내로 접착성 단량체의 확

산 또는 산부식된 상아세관 강에서 세관 벽의 resin tag와 혼성화 되어있는 교원질까지 단량체의 확산이 접착력에 중요한 영향을 미침이 밝혀졌다[4].

여러 접착 시스템들은 monomers와 polymers를 함유하고 있으며, 이 입자들의 크기와 분자량은 다양하다. 대부분의 접착성 단량체의 직경은 20 ㎚인 교원 섬유 사이 공간의 직경보다 훨씬 작으므로 단량체의 intrinsic diffusibility에 확산 통로의 직경 자체가 큰 영향을 미치지는 않는다. 그러나 단량체의 종류에 따라 분자량이 다르고 이에 따른 확산 속도도 각기 다르므로 관간 상아질 간 공간에서 분자거름 현상 (molecular sieving)이 일어날 수 있다[5]. Mono-methacrylates (MMA)와 poly-methyl-methacrylates (PMMA), hydroxyl-ethyl- methacrylate (HEMA)와 bisphenyl-glicidyl-methacrylate (Bis-GMA) 등이 혼합되어 있는 접착성 레진을 길고 좁은 확산 통로에 적용하면, 각 입자들이 동일한 속도로 확산되지는 않으며 intrinsic diffusion coefficients는 분자량의 제곱근에 비례한다[4]. Eick 등[18]은 primer에 함유된 성분 중 HEMA는 분자량이 작아 관간 상아질 사이 공간으로 쉽게 흘러들어갈 수 있는 반면, polyalkenoic acid polymers는 분자량이 크므로 관간 상아질 사이 공간으로 확산될 수 없어 대부분 표면에 남게 된다고 하였다. 비슷한 분자거름 현상이 MMA와 PMMA 사이에서도 일어난다. 그러나 HEMA 등의 MMA와 Bis-GMA 같은 dimethacrylates (DMA) 사이에서도 이 분자거름 현상이 발생하는지, 만약 발생한다면 어느 정도인지는 잘 알려지지 않았다[4,5]. 본 실험에서 접착레진 침투 후 파단면의 주사전자현미경 관찰 결과, All-Bond 2를 침투시킨 시편에서는 모두 접착성 단량체들은 개방된 상아세관 사이로 흘러들어가 resin tag를 형성하고 있는 모습이 관찰되었으나, priming adhesive인 Single Bond와 One-Step을 침투시킨 시편에서는 resing tag가 관찰되지 않았다. 그러나 관간 상아질과 관주 상아질의 교원질 사이 공간으로는 접착 레진의 종류와 관계없이 단량체가 적절히 침투되어 혼성층을 이루고 있는 모습이 관찰되었다. resin tag의 유무는 접착레진의 점도와 관련이 있는 것으로 생각되며, 이는 시편의 인장강도에도 영향을 미친 것으로 생각된다. 그러나 이는 상아세관이 0.5 ㎜ 전 길이에 걸쳐 완전히 개방된 상태에서 접착제를 침투시킨 경우이며, 실제로 탈회 깊이는 5 ㎛ 정도이며 탈회층 내에서도 깊이에 따른 탈회 정도와 레진 침투 정도가 다양하므로[20] 상아질 면에 접착제 도포 후 단면을 관찰하면 이와는 다른 양상을 띨 것으로 생각된다. Pashley 등[21]은 다공성의 친수성 상아질 표면에 친수성인 primer 성분과 소수성인 bonding resin 성분을 동시에 적용할 경우, 단량체가 적절히 침투할 수 있는지에 대해서는 의문을 제시했다. 또한 Eliads 등[8]은 탈회시킨 상아질 표면에 여러 종류의 single-bottle adhesives를 적용해 혼성층 내의 monomer separation을 micro-MIR FTIR spectroscopy를 이용해 분석한 결과, Bis-GMA 같은 소수성 성분과 HEMA, Biphenyl dimetacrylate (BPDMA) 같은 친수성 성분이 이질적으로 분포함을 발견하였다. Single-bottle adhesives를 여러 번 도포할 경우, 교원 섬유 간 공간으로의 레진 침투 정도가 다소 증진될 수는 있으나[21] diffusion ability는 primer와 bonding resin을 따로 적용할 때보다 낮으며[8] 따라서 혼성층의 structural homogeneity도 떨어질 것으로 추측된다.

상아질의 탈회 정도는 산 처리제의 농도와 적용시간의 영향을 받는다[22]. 일반적으로 산부식 시간이 증가할수록 관간 상아질과 관주 상아질이 더 깊은 정도까지 탈회된다. 탈회 상아질 층이 두꺼울수록 혼성층의 두께 역시 증가할 것으로 생각되나, 실제로는 탈회 깊이가 깊을수록 접착레진이 혼성층 하방까지 적절히 침투하지 못해 다공성 탈회 상아질층이 형성됨이 밝혀졌다[15]. 또한 Hashimoto 등[3]은 어느 정도까지는 산부식 시간과 혼성층 두께가 비례하나 그 이상이 되면 산성용액에서 무기질이 용해되는 동안 일어나는 상아질의 완충효과 때문에 혼성층 두께가 더 이상 증가하지 않는다고 하였다. 본 실험에서는 탈회 시간에 따른 탈회 깊이 보다는 접착 레진 침투 정도와 탈회 시간과의 관계를 알아보기 위해 500㎛ 두께의 상아질 시편 전체를 탈회시

켰다. 탈회 시간이 짧은 군에서는 주사전자현미경 사진 상 무기질 성분의 용해가 부족해 접착레진 침투가 적절히 일어나지 않은 것이 관찰되었으며, 이는 낮은 인장강도와도 연관이 있을 것으로 생각된다. 그러나 탈회가 덜된 경우 남은 무기질 성분이 오히려 결합 강도를 증가시킬 수 있다는 연구 결과도 있다[23]. 탈회 시간을 증가시킨 군에서는 주사전자현미경 사진 상 접착레진이 치밀하게 침투한 양상을 보였다. 그러나 인장강도 측정 결과는 오히려 낮은 수치를 보였는데 이는 교원 섬유의 변성과 연관이 있을 것으로 추측된다. 혼성층 내 resin tags 간 거리, resin tags의 모양 등이 장시간 탈회한 시편에서 더 수축된 형태를 띠는데 이는 인장강도와도 연관이 있을 것으로 생각된다. 탈회 후 접착 레진을 침투시키기 전에 단면을 관찰해 보았다면 탈회 후 교원 섬유의 형태 및 변화된 양상을 보다 정확히 알 수 있었을 것으로 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 임상적으로는 약 5 ㎛ 두께에 불과한 혼성층을 관찰해 보고자, 실험적으로 500 ㎛ 두께의 상아질 시편에 탈회시간과 접착 레진의 종류를 달리하여 장시간 접착 레진을 침투시킨 후, 각각의 인장 강도를 측정하고, 주사전자현미경으로 파절면을 관찰해 봄으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 37% 인산으로 0.5㎜의 두께와 폭을 갖는 상아질 시편을 탈회할 경우, 탈회시간은 4시간이 가장 적절했다.
2. 4시간 탈회시킨 군이 2시간 또는 8시간 탈회시킨 군들보다 더 높은 인장 강도를 나타냈으며, 이는 통계적으로 유의성이 있었다 ($P < .01$).
3. 주사전자현미경 관찰 사진에서, 레진 침투 정도는 2시간 탈회시킨 군이 가장 낮았다.
4. Total etch adhesive system에서 self-priming adhesives의 물성은 primer/adhesive의 물성과 비교하여 좀 더 개선될 필요가 있는 것으로 생각된다.
5. All-Bond 2를 침투시킨 군이 Single Bond와 One-Step을 침투시킨 군들보다 더 높은 인장강도를 나타냈으며, 이는 통계적으로 유의성이 있었다 ($P < .01$).
6. 주사전자현미경 관찰 사진에서, 레진 침투 정도는 All-Bond 2를 침투시킨 군이 가장 우수했다.

## 참 고 문 헌


1. Sano H, Takatsu, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile properties of resin-infiltrated demineralized dentin. *J Dent Res* 74:1903-1102, 1995
2. Sano H, Ciucchi B, Matthews WG, Pashley DH. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. *J Dent Res* 73:1205-1211, 1994
3. Hashimoto M, Ohno H, Endo K, Kaga M, Sano H, Oguchi H. The effect of hybrid layer thickness on bond strength : demineralized zone of the hybrid layer. *Dent Mater* 16:406-411, 2000
4. Pashley DH, Carvalho RM, Tay FR. The effects of dentin permeability on restorative dentistry. *Dent Clin N Am* 46:211-245, 2002
5. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Hornor JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int* 24:618-631, 1993
6. Lopes GC, Baratieri LN, Andrada MAC, Vieria LCC. Dental adhesion : Present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int* 33:213-224, 2002
7. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J Esthe Dent* 3:133-138, 1991
8. Eliads G, Vougiouklakis G, Palaghias G. Heterogeneous distribution of single bottle adhesive monomers in the resin-dentin interdiffusion zone. *Dent Mater* 17:277-283, 2001
9. Gryson W, Mashall Jr. Dentin : Microstructure and characterization. *Quintessence Int* 24:606-617, 1993
10. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res* 71:1530-1540, 1992
11. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Bream

M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res* 72:495-501, 1993

12. Tagami J, Nakajima M, Shono T, Takatsu T, Hosoda H. Effects of aging on dentin bonding. *Am J Dent* 6:145-147, 1993
13. Pioch T, Stotz S, Buff E, Duschner H, Staehle HJ. Influence of different etching times on hybrid layer formation and tensile bond strength. *Am J Dent* 11:202-206, 1998
14. Wang T, Nikaido T, Nakabayashi N. Photo-cure bonding agent contain1ng phosphoric methacrylate. *Dent Mater* 7:59-62, 1991
15. Suzuki M, Kato H, Wakumoto S. Vibrational analysis by Raman spectroscopy of the interface between dental adhesive resin and dentin. *J Dent Res* 70:1092-1097, 1991
16. Tay FR, Moulding KM, Pashley DH. Distribution of nanofillers from a simplified-step adhesive in acid-conditioned dentin. *J Adhes Dent* 2:103-117, 1999
17. Ferrari M, Mannocci F, Vich A, Davison CL. Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in class Ⅴ restoration. *Am J Dent* 10:66-70, 1997
18. Eick JD, Robinson SJ, Byerly TJ. Scanning transmission electron microscopy/energy dispersive spectroscopy analysis of the dentin adhesive interface using a labeled 2-hydroxylethyl methacrylate analog. *J Dent Res* 74:1246-1252, 1995
19. Hasimoto H, Ohno H, Kaga M, Sano H, Endo K, Oguchi H. The extent to which resin can infiltrate dentin by acetone-based adhesives. *J Dent Res* 81:74-78, 2002
20. Perdigao J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Tome A.R, Vanherle G, Lopes A. Morphological field emission-SEM study of the effect six phosphoric acid etching agents on human dentin. *Dent Mater* 12:262-271, 1996
21. Pashley DH, Zang Y, Agee KA, Rouse CJ, Carvalho RM, Russell CM. Permeability of demineralized dentin to HEMA. *Dent Mater* 16:7-14, 2000
22. Pashley DH, Moore ED. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent* 17:229-242, 1992
23. Perinka L, Sano H, Hosoda H. Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs. bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater* 8:229-233, 1992

Corresponding Author: Kwang-Won Lee
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University
Geumam-Dong, Deokjin-Gu, Jeonju, Jeonbuk, 561-712, Korea
Tel: 82-63-250-2119
Fax: 82-63-250-2049
E-mail: lkw@chonbuk.ac.kr

ABSTRACT

## Tensile Strengths of Demineralized Dentin derived from Self-Priming Adhesives

Hye-Yun Lee, Mi-Ran Yoon, Rin Lee, Jeong Lee, Kwang-Won Lee*

*Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University*

The objectives of this study were to evaluate the tensile strength of resin-infiltrated demineralized dentin according to the demineralization time, and to evaluate the tensile strength of hybrid layer that is formed by infiltrating different priming adhesives or primer/adhesive into demineralizd dentin matrix.

Seventy five hour-glass shaped dentin specimens were prepared in mid-coronal dentin from extracted human molars. Thirty specimens were distributed into three groups according to demineralization time - 2 hours, 4 hours and 8 hours. Each specimen was placed in primer/adhesive of All-Bond 2 for 5 hours of infiltration. Another forty-five specimens of them were demineralized in 37% phosphoric acid for 4 hours. They were randomly assigned to three experimental groups - AB, SB and OS - to designate All-Bond 2, Single Bond and One-Step. Each specimen was placed in one of three different adhesives for 5 hours of infiltration. The specimens were visible light-cured for 5 minutes, and then stored for 24 hours in distilled water at 37℃. After that, microtensile bond strength for each specimen was measured, and the fractured surfaces were then observed by SEM. The data were statistically analysed by one-way ANOVA and Tukey`s multiple comparison test and Bonferroni`s multiple comparison test.

The results were as follows;

1. Tensile strength of the group demineralized for 4 hours was significantly higher than that of groups demineralized for 2 hours and 8 hours ($P < .01$).
3. Tensile strength of the AB group was significantly higher than that of the SB group and OS group ($P < .01$).

Key words : Self-priming adhesives, Tensile strength, Hybrid layer, Demineralized dentin,