

유치 상아질 산부식 후 습윤 정도에 따른 조직상

오영준 · 정태성 · 김 신

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

상아질 접착력을 높이기 위해서는 적절히 습윤한 상아질 표면을 얻는 것이 중요하다. 이런 방법에는 정확한 지침이 없으며, 주관적이고 술자에 따라 많은 차이가 있다. 본 연구에서는 적절히 습윤한 상아질을 얻는 방법에 관한 연구의 일환으로, 유치의 산부식 후, 여러 가지 방법을 이용해 상아질을 건조시킨 표본의 조직상을 획득하여 상아질 표면의 차이를 비교하고자 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유치 상아질을 산부식하면, 도말층이 제거되고 상아세관이 노출되며, 관간상아질과 관주상아질이 탈회되고, 교원섬유가 풍부한 이행층이 노출되는 것을 확인할 수 있었다.
2. 산부식된 상아질이 과도하게 건조되면 탈회된 상아질이 수축하여, 관간상아질이 붕괴되어 높이가 점차적으로 낮아지고 상아세관의 직경은 조금씩 감소되는 것으로 나타났다.
3. 유치 산부식 후, 10cm 거리에서 20초 동안 압축 공기로 건조시키면 상아질이 과도하게 건조, 탈수됨을 확인할 수 있었다.
4. 유치 산부식 후, 10cm 거리에서 3초 동안 압축 공기로 건조시키거나 마른 cotton, 젖은 cotton, microbrush, absorbent tissue paper로 건조시키면 상아질이 적절하게 건조됨을 확인할 수 있었다.

주요어 : 습윤접착, 상아질 표면, 유치, 원자간력 현미경

I. 서 론

결합력이 강화된 상아질 접착제의 개발이 가속화되면서, 상아질 전처리 과정을 좀 더 간단히 하여 복잡하고 시간이 오래 걸리며 기술 의존적인 임상 술식을 개선하기 위한 시도들의 결과로 최근 들어 단일용기 제품들의 개발이 계속되고 있다. Primer와 접착레진을 하나로 합한 self-priming 접착제, 산부식과 priming 과정을 한 번에 시행할 수 있는 self-etching primer, 산부식과 priming, 접착제 도포 과정까지 하나로 합친 제재가 개발되었다¹⁻³⁾.

Total etching technique⁴⁾, 즉 법랑질과 상아질을 동시에 산

부식시키는 방법이 소개된 이후, 접착 수복학의 지속적인 발전으로 예측하기 어려운 결과를 보여왔던 상아질 접착이 최근 비약적인 발전을 이루었다. 최근에 개발된 상아질 접착제에서는 상아질에 대한 접착력이 법랑질에 대한 접착력에 필적하는 값을 보이고 있음이 보고되기도 하였다^{1,5,6)}. 이는 습윤접착(wet bonding)의 개념에 힘입은 바 크다. 습윤접착이란 산부식 후 치아표면을 습윤하게 유지하여 친수성의 레진 단량체를 그 위에 직접 도포하는 술식이다⁷⁻⁹⁾. 소수성인 접착레진을 사용하던 과거의 상아질 접착제에서는 수분이 상아질 접착을 방해하는 오염원으로 간주되어 상아질 표면을 완전히 건조시킬 것이 요구되었다¹⁰⁾. 그러나 실제 임상에서는 다량의 수분을 함유하는 상아질 자체의 특성이나 구강내의 높은 습도 등으로 인하여 이러한 완전 건조상태가 불가능하여 차츰 친수성인 상아질 접착제들이 개발되었고, 습윤한 상아질에 대한 접착력이 강화되었다. 최근 개발된 상아질 접착제들에 있어서는 오히려 상아질의 지나친 건조가 접착력의 약화를 가져온다는 실험 결과들이 보고되고 있다^{2,5,7,11-13)}.

교신저자 : 김 신

부산시 서구 아미동 1가 10번지
부산대학교 치과대학 소아치과학교실
Tel : 051-240-7449
E-mail : shinkim@pusan.ac.kr

현재 resin tag, surface adhesion과 함께^{14,15)} 상아질 접착의 중요한 기전으로 받아들여지고 있는 혼성층^{6,16-18)}은 산부식으로 탈회된 상아질 표면의 노출된 교원질 망상구조 사이로 친수성의 접착 단량체가 침투하여 중합됨으로써 형성되는 것으로 받아들여지고 있다. 산부식으로 상아질 표면의 수 μm가 탈회되면 수분이 산에 의해 제거된 무기물들의 자리를 점유함으로써 상아질내 교원질망을 팽창된 상태로 유지하고, 레진의 상아질 침투를 위해 필요한 다공성을 보존하게 된다.

아세톤을 용매로 사용하는 상아질 접착제에 있어서는 특히 수분의 존재가 필수적이다. 아세톤은 수분에 친화성을 가지며 습윤한 상아질에 상아질 접착제가 더 깊고 완전하게 침투하는 것을 촉진한다. 아세톤은 휘발성이 강하므로 표면의 수분과 함께 증발되면서 레진 단량체를 교원질망의 미세다공성구조 속으로 효과적으로 운반할 수 있다. 또한 탈회 상아질의 교원질을 고정, 안정화시켜 교원섬유간 공간을 유지함으로써 레진 침투를 용이하게 한다^{5,7,12,19)}. 물을 용매로 사용하는 상아질 접착제의 경우, 산부식후 건조된 상아질이라도 접착 과정 중 교원질의 팽창에 필요한 수분을 다시 공급해줄 수 있다^{20,21)}. 그러나 priming후 남은 수분은 광조사 전에 완전히 제거되지 못하면 레진 중합을 방해하거나 레진으로 채워져야 할 공간을 점유함으로써 접착을 약화시킨다²²⁾. 최근의 아세톤을 용매로 사용하는 상아질 접착제를 이용하여 최적의 접착을 얻으려면 매우 민감한 수분의 양의 균형이 요구되므로 이들은 기술 의존적이라 할 수 있다. 적절히 습윤한 상아질 표면을 얻는 방법에는 정확한 지침이 없으며, 주관적이고 술자에 따라 많은 차이가 있다^{19,23)}. 적절히 습윤한 상아질 표면은 수분으로 균일하게 덮여 반짝거리는 양상을 보이게 된다. 1~3초의 짧은 시간동안 적절한 거리에서 압축 공기로 가볍게 건조시키는 방법, 젖은 티슈 등으로 과량의 수분을 닦아내는 방법, 우선 건조시킨 후 면봉이나 브러시로 re-wetting시키는 방법^{24,25)} 등이 소개되고 있다.

유치는 영구치와 다른 화학적 조성을 가진다. 법랑질과 상아질의 본질적인 결정구조에 관하여는 유치와 영구치간에 차이는 없지만, 유치의 유기질 함유율은 법랑질, 상아질 모두 영구치에 비해 높다. 이런 특징으로 탈회액에 대한 반응성은 법랑질과 상아질 모두 유치가 영구치보다 크다²⁶⁾.

영구치에서의 산부식 후 상아질 결합, 교원 섬유와의 차이에 대한 연구는 이 전에 다수 행해졌지만 유치에 관한 연구는 없었다. 본 연구에서는 유치 상아질의 산부식 후 상이한 방법으로 상아질을 건조시켜 조직상을 채득하여, 그 습윤 정도의 차이에 의한 상아질 표면의 차이를 평가하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

우식과 충전물이 없는 유치를 발거한 후, 섭씨 4도의 증류수에 보관 후 일주일 내에 시편을 제작하였다.

2. 연구방법

1) 시편 제작

증류수에 보관된 발거한 유치 중 표면 손상이 없는 건전한 유치를 선택하여 불소가 함유되지 않은 pumice와 rubber cup으로 연마하고 초음파 세척기로 세척하였다. 이 치아의 치근 부위를 자가중합형 레진에 매몰한 후, 교합면과 평행하게 저속 diamond saw(Minitom, Struers, Denmark)로 절단하여 약 1mm 두께의 상아질 절편을 얻었다. 이 절편을 주수 하에 연마용 disk(Sof-Lex XT Pop-On™, 3M Dental Products, U.S.A)를 사용하여 연마한 후, 20분간 초음파 세척기에서 세척하였다.

이 절편을 다음과 같이 나누어 시편을 제작하였다.

① 대조군

아무런 처리를 하지 않았다.

② 제 1군

35%의 phosphoric acid(Etchant, Multi-Purpose Plus Dental Adhesive System, Scotchbond™, 3M Dental Products, U.S.A)로 15초간 산부식한 후 10초간 수세하였다. 이 후 약 10cm 거리에서 압축공기로 20초간 건조시켰다.

③ 제 2군

1군과 같이 산부식 및 수세 후 약 10cm 거리에서 압축공기로 3초간 건조시켰다.

④ 제 3군

1군과 같이 산부식 및 수세 후 마른 cotton을 사용하여 건조시켰다.

⑤ 제 4군

1군과 같이 산부식 및 수세 후 젖은 cotton을 사용하여 건조시켰다.

⑥ 제 5군

1군과 같이 산부식 및 수세 후 microbrush(Microbrush, Co. Waterford, U.S.A)를 사용하여 건조시켰다.

⑦ 제 6군

1군과 같이 산부식 및 수세 후 absorbent tissue paper(Kimwipes EX-L)를 사용하여 건조시켰다.

2) 조직상 관찰

본 실험에서는 원자간력 현미경(Atomic force microscopy, AFM, SFM-BD2, Park Scientific Instruments, U.S.A)을 이용하였다. Fig. 1에서와 같이 Si₃N₄ tip이 달려 있는 cantilever 뒷면에 laser 빛을 모아 position-sensitive photodetector(PSPD)에 반사시킨다. Tip과 시편 표면 사이에서 느끼는 힘이 cantilever에서 반사된 빛의 위치 변화로 cantilever의 편향을 확인한다. Tip과 표면 사이의 contact force를 일정하게 유지하게 하는 feedback 회로는 표본이 붙어 있는 piezo를 z 방향으로 상하 움직이게 한다. 이런 움직임이 이미지를 만들게

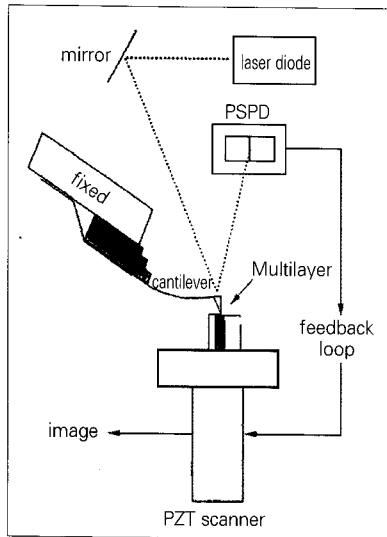


Fig. 1. Schematic diagram of AFM

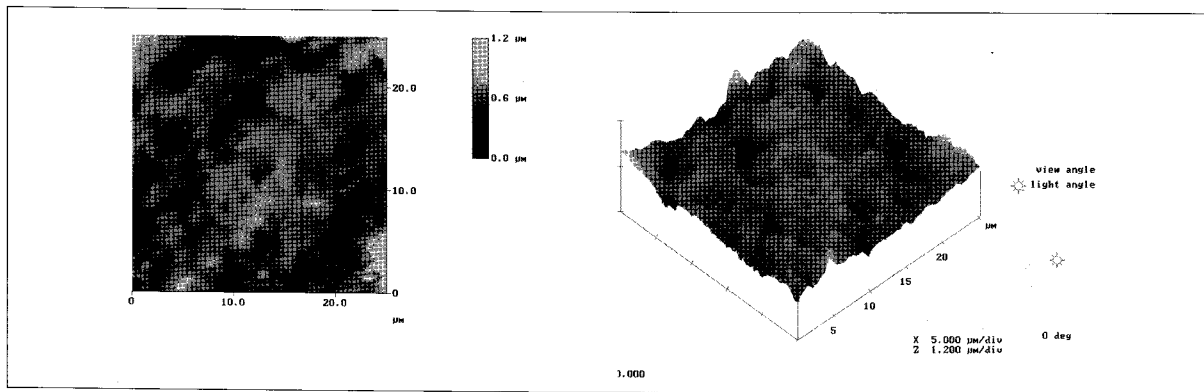
된다. 이런 방식으로, 시편의 상아질면에서 조직상을 관찰하였다.

III. 연구 결과

대조군과 제 1군에서 제 6군까지의 획득한 조직상이 Fig. 2-8에 제시되었다.

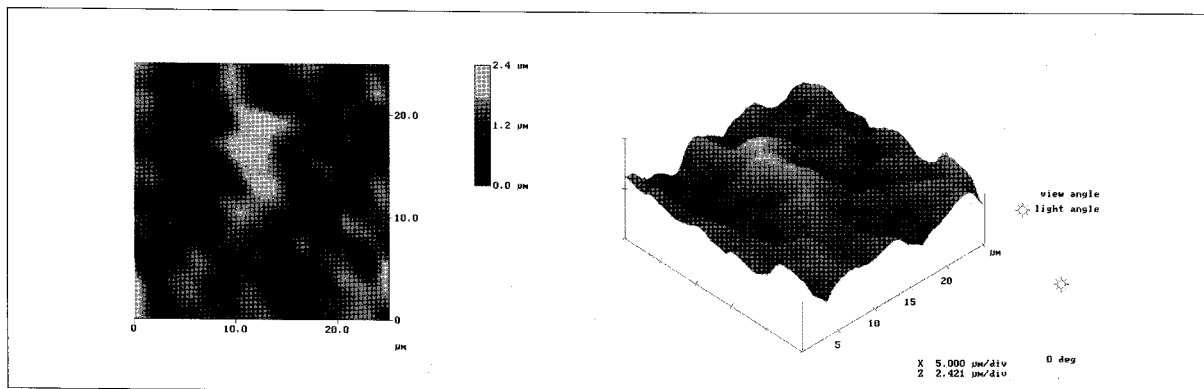
대조군에서의 조직상은 상아세관이 명확하게 관찰되지 않으며 도말층과 smear plug가 제거되지 않고 관찰된다. 교원섬유가 풍부한 이행층이 잘 관찰되지 않으며 상아질 표면이 거칠게 나타난다(Fig. 2).

제 1군에서의 조직상은 대조군과 비교했을 때, 도말층과 smear plug가 제거되어 있고 상아세관이 명확하게 노출되어 있으며 교원섬유가 풍부한 이행층이 노출되고 관주상아질의 높이가 상당히 낮아져 있다(Fig. 3).



(a) (b)

Fig. 2. AFM images of control group (a) 2D image (b) 3D image

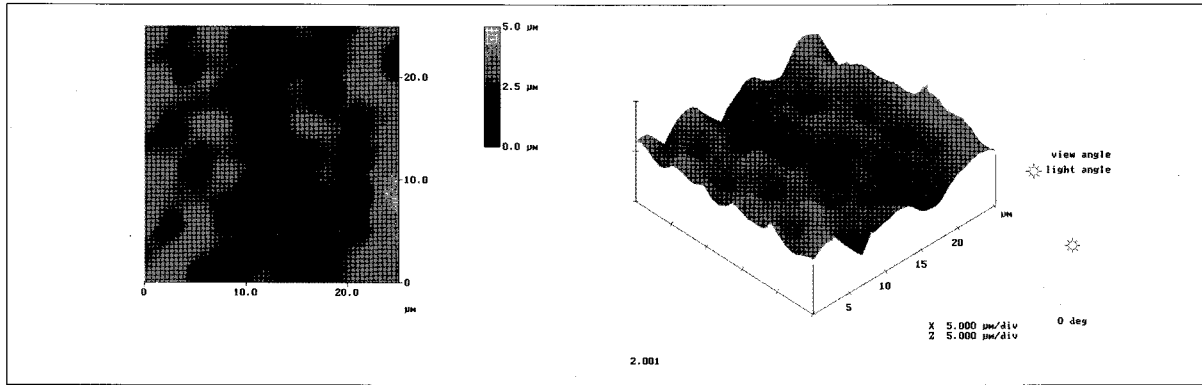


(a) (b)

Fig. 3. AFM images of group 1 (a) 2D image (b) 3D image

제 2군에서 제 6군까지의 조직상은 크게 다르게 나타나지는 않았다. 상마다 상아세관의 직경이 다소 다르게 나타나고 거칠기는 다소 다르게 나타나지만 도말층과 smear plug가 제거되어 있고 상아세관이 명확하게 노출되어 있으며 교원섬유가 풍부

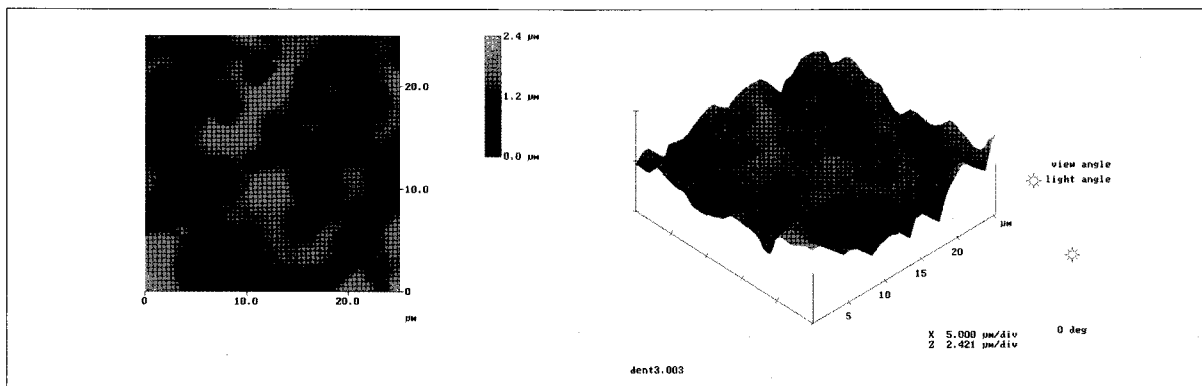
부한 이행층이 노출되었다. 제 1군과 비교했을 때는 상아세관의 직경이 조금 더 크게 관찰되고 관간상아질의 높이가 더 높게 나타나며 상아질 표면이 더 부드럽게 보인다(Fig. 4-8).



(a)

(b)

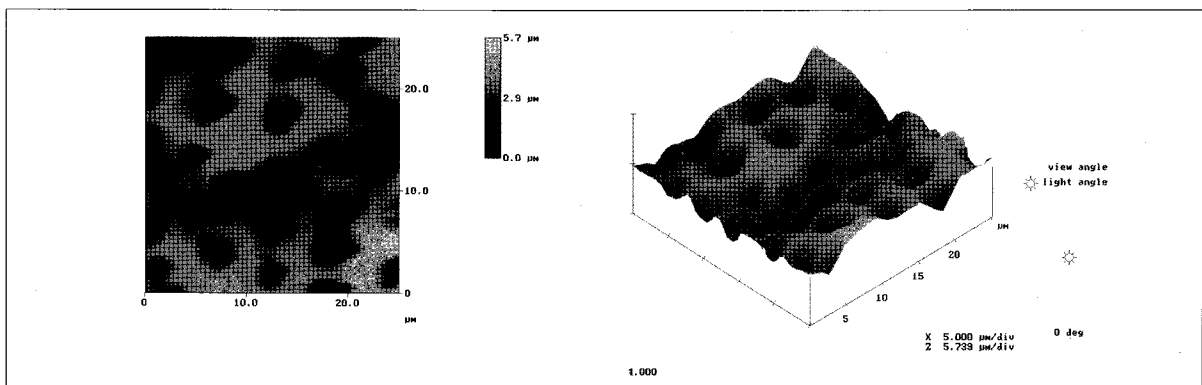
Fig. 4. AFM images of group 2 (a) 2D image (b) 3D image



(a)

(b)

Fig. 5. AFM images of group 3 (a) 2D image (b) 3D image



(a)

(b)

Fig. 6. AFM images of group 4 (a) 2D image (b) 3D image

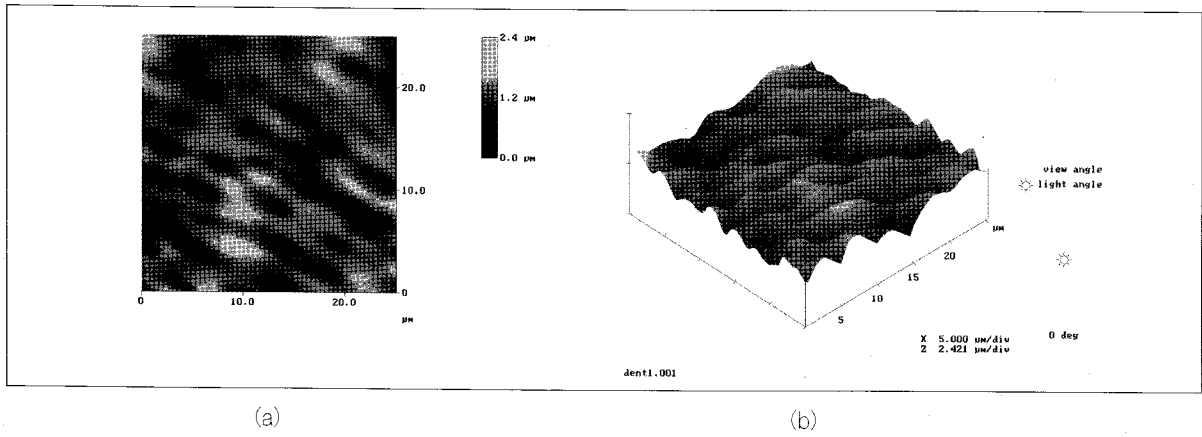


Fig. 7. AFM images of group 5 (a) 2D image (b) 3D image

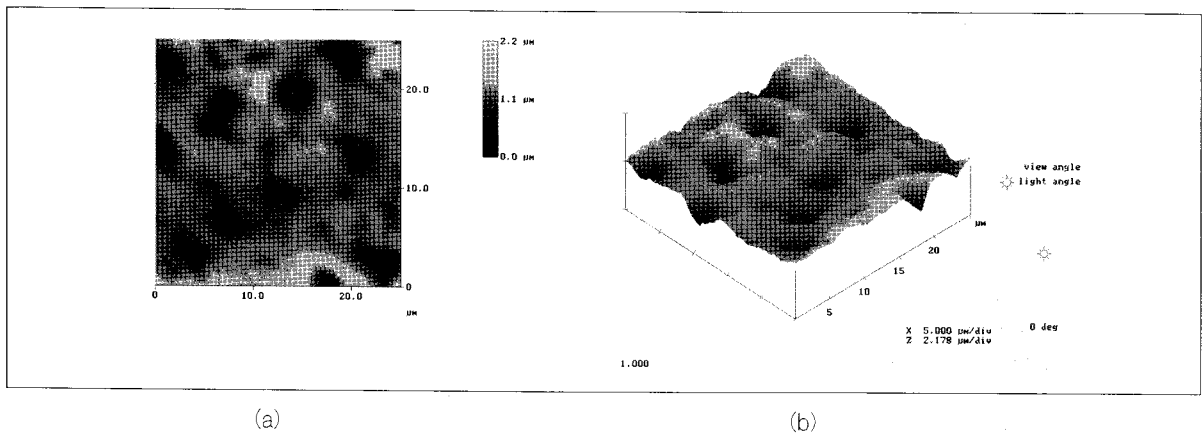


Fig. 8. AFM images of group 6 (a) 2D image (b) 3D image

IV. 총괄 및 고찰

현재 상아질 결합의 주된 연구대상으로 받아들여지고 있는 혼성층의^{6,16-18)}, 상아질 결합에서의 역할에 대해서는 아직도 논란의 여지가 많다. 혼성층의 형성이 결합력의 증가에 기여한다는 주장이^{5,17)} 있는데 반해, 혼성층의 후경과 결합력과는 관련이 없으며^{2,27-31)}, 산부식 후 노출된 교원질층을 제거해도 결합력에는 아무런 영향이 없었다는 연구 결과도 있다^{15,20,32)}. 그러나 이러한 교원질층 본래 형태의 유지와 습윤한 상태는 레진이 그 하방의 부분 탈회된 상아질로 침투해 상아질과 상호 작용하는데 매우 중요한 역할을 한다고 여겨진다³³⁾.

습윤접착에서 물의 역할은 굉장히 중요하다. 물분자는 교원 분자의 3중 나선 구조의 중요한 부분을 구성하는 것으로 알려져 있다³⁴⁾. 이와 유사하게 물은 조직화된 섬유질의 교원 분자를 조립하는데 중요한 역할을 한다³⁴⁾. 상아질을 산부식하게 되면 도말층이 제거되고 상아세관이 노출되며, 관상상아질과 관주상아질이 탈회되고, 교원섬유가 풍부한 이행층이 노출된다³⁵⁾. 산부식으로 상아질 표면의 수 μm가 탈회되면 수분이 산에 의해 제거

된 무기물들의 자리를 점유함으로써 상아질내 교원질망을 팽창된 상태로 유지하고, 레진의 상아질 침투를 위해 필요한 다공성을 보존하게 된다. 그러나, 수분이 너무 많으면 교원질은 팽창하여 직경과 길이가 증가하고 그로 인해 교원섬유 주위 공간의 직경이 감소되어 레진 단량체가 교원질망으로 침투하기 어렵게 되고, 반대로 건조로 탈수되면 섬유간 공간을 채우고 있던 수분은 증발하면서 교원질 사이의 공간이 없어지고 교원질은 서로 접촉하고 수축하게 된다³⁶⁾. 이렇게 건조로 인해 탈수가 일어나면 교원질의 부피가 원래의 30%까지 수축, 붕괴되므로 상아질 접착제의 투과성 또한 감소한다^{10,20,37)}. 건조된 탈회 상아질에 다시 물을 첨가하면 수축된 부피가 원래의 거의 100%까지 회복될 수 있다. 적절한 양의 수분은 수축되어 굳어진 교원질을 다시 팽창시킨다^{20,38)}. 그러나 과량의 수분은 접착제를 희석하고 중합과정을 방해한다^{22,23)}. 이와 같이, 최적의 접착을 얻으려면 매우 민감한 수분의 양의 균형이 요구되는 것이다.

본 연구에서는 35%의 phosphoric acid(Etchant, Multi-Purpose Plus Dental Adhesive System, Scotchbond™, 3M Dental Products, U.S.A)를 이용하여 제조자의 지시대로

15초간 산부식했다. 대조군에서의 조직상과 다른 군에서의 조직상을 비교해 보면 산부식의 효과가 확연하게 드러난다. 대조군에서의 조직상은 도말층과 smear plug가 남아있는 양상을 보인다. 또 상아세관이 노출되지 않고 교원섬유가 풍부한 이행층이 노출되지 않았다. 그러나 나머지 모든 군에서는 그 정도의 차이는 보이나 모두 도말층이 제거되고 상아세관이 노출되었다.

상아질을 산부식하면 관주상아질은 급속하게 산부식되고, 관간상아질은 높이가 매우 제한된 양으로 줄어든다³⁹⁾. 이것은 상아세관 주위의 관주상아질은 광화도가 높고 교원 섬유 양은 적고, 관간상아질은 비교적 조밀한 교원섬유로 구성되어 있어서 그러한 것으로 추정된다. 산부식된 상아질이 건조되기 시작하면 관간상아질이 더 붕괴되어 높이가 점차적으로 낮아지고 상아세관의 직경은 조금씩 감소되는데, 이것은 탈회된 상아질의 수축을 나타내는 것이다. 본 연구에서 제 1군의 경우 15초간 산부식한 후 10초간 수세하고 약 10cm 거리에서 압축공기로 20초간 건조시켰는데, 건조 후 눈으로 확인했을 때 표면의 습기 없이 건조함을 확인할 수 있었다. 대조군과 제 1군을 제외한, 나머지 군에서는 건조 후 눈으로 확인했을 때 상아질 표면이 적절히 반짝이며 습윤한 것을 확인할 수 있었다. 제 1군의 조직상에서는 상아질 면이 비교적 부드럽지 못하고 상아세관의 직경이 좁아진 듯 하고 관간상아질의 높이가 다른 군에 비하여 낮게 나타나는 것으로 나타났다. 대조군과 제 1군을 제외한, 나머지 군의 조직상은 상아질 면이 비교적 부드럽게 나타나고 제 1군과 비교했을 때 상아세관의 폭경이 다소 크고 관간상아질의 높이가 높은 것으로 나타났다.

De Goes 등²⁵⁾은 영구치에서 상아질의 습기를 여러 가지 다른 방법으로 제거하여 측정된 레진의 결합 강도를 비교한 실험에서 2cm 거리에서 3초 동안 압축공기를 적용한 실험군 보다 마른 cotton, microbrush, absorbent tissue paper를 적용한 실험군에서 결합 강도가 더 높았다고 보고하였고, Pereira 등⁴⁰⁾은 10cm 거리에서 30초 동안 압축 공기를 적용한 실험군 보다 10cm 거리에서 5초 동안 압축 공기를 적용한 실험군과 젖은 cotton을 적용한 실험군에서 결합 강도가 더 높았다고 보고하였다. 두 연구에서 모두 과도하게 상아질을 건조시킨 실험군에서 결합 강도가 낮게 나타났다. 본 연구에서와 직접적으로 비교할 수는 없지만, 건조 후 상아질 표면이 적절히 반짝이며 습윤한 것을 확인할 수 있었던 제 1군외의 다른 실험군에서 상아질 면이 비교적 부드럽게 나타나고 관간상아질의 높이가 높은 것으로 나타난 것과 관련지어 생각해 볼 때 영구치와 유치의 차이는 별로 없을 것으로 사료된다.

원자간력 현미경은 1992년에 개발된 scanning probe의 일종으로 laser beam과 photo detector sensor가 부착된 microfabricated tip이 기계에 cantilever식으로 고정되어 있는데, 이것이 원자간의 반발력에 따라 시료의 표면을 이동하면서 표면의 형태 및 성질을 분석하는 장치이다. 원하는 측정 영역을 지정하면 probe tip이 시료의 표면에 힘을 가하면서 표면을

laser로 scanning하고 이 결과를 detector가 받아들여 상을 나타내게 된다. 일반적으로 측정할 수 있는 영역의 해상도는 tip의 반지름에 해당하는 크기로 보통 20nm정도이고 수직적으로는 0.1nm까지 측정이 가능하다⁴¹⁾. 이전에는 치아의 조직상을 얻는데 주로 주사전자현미경이나 투과전자현미경을 이용하여 관찰하였지만 이러한 방법들은 시편의 물리적, 화학적 처리과정과 diamond-cutting knife를 이용한 절단 과정 등을 거쳐야 하는데 반해, 원자간력 현미경을 이용한 본 연구에서는 시편의 복잡한 처리과정을 통하지 않고도 조직상을 얻을 수 있었다. 특히 이전의 주사전자현미경이나 투과전자현미경을 이용하는 경우, 시편을 반드시 탈수시켜야 하는데 반해, 원자간력 현미경은 고유 수분을 가지는 시편의 연구에 유용하다고 할 수 있겠다. 하지만 이 방법의 경우도 여러 가지 단점을 가지고 있었다. 상을 획득하는데 본 연구에서는 하나의 표본에 적어도 15분 이상씩 소요되어 그 시간 동안의 공기 중에서의 건조가 실험의 오차로 작용할 수 있었으며, 표본의 처리도 현미경적으로 편평하여야 해서 표본 표면 자체의 약간의 비평탄함이 있어도 상을 획득할 수 없었다. 특히 조직상 획득 시, 시간 소요에 따른 공기 중에서의 건조의 문제는 더 보완되어야 할 것으로 보인다.

또, 이 연구에서 더 보완되어야 할 문제점으로는 표준화의 방법을 들 수 있겠다. 상아세관은 표본마다 크기가 다르고 관간상아질과 관주상아질도 표본마다 다를 수 있다. 평등한 조건에서 어느 정도 상아질이 수축했는지 객관적으로 비교하기 위해서는 객관적인 지표가 필요한데, 이런 객관적인 지표의 표준화의 방법에 관해 더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

V. 요약

본 연구에서는 적절히 습윤한 상아질을 얻는 방법에 관한 연구의 일환으로, 유치의 산부식 후, 여러 가지 방법을 이용해 상아질을 건조시킨 시편의 조직상을 획득하여 비교해 보고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유치 상아질을 산부식하면, 도말층과 smear plug가 제거되고 상아세관이 노출되며, 관간상아질과 관주상아질이 탈회되고, 교원섬유가 풍부한 이행층이 노출되는 것을 확인할 수 있었다.
2. 산부식된 상아질이 과도하게 건조되면 탈회된 상아질이 수축하여, 관간상아질이 붕괴되어 높이가 점차적으로 낮아지고 상아세관의 직경은 조금씩 감소되는 것으로 나타났다.
3. 유치 산부식 후, 10cm 거리에서 20초 동안 압축 공기로 건조시키면 상아질이 과도하게 건조, 탈수됨을 확인할 수 있었다.
4. 유치 산부식 후, 10cm 거리에서 3초 동안 압축 공기로 건조시키거나 마른 cotton, 젖은 cotton, microbrush, absorbent tissue paper로 건조시키면 상아질이 적절하게 건조됨을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. Kanca J : One step bond strength to enamel and dentin. *Am J Dent* 9:5-8, 1997.
2. Finger WJ, Fritz U : Laboratory evaluation of one-component enamel/dentin bonding agent. *Am J Dent* 9:206-210, 1996.
3. Ferrari M, Goracci G, Garcia-Godoy F : Bonding mechanism of three "one-bottle" systems to conditioned and unconditioned enamel and dentin. *Am J Dent* 10:224-230, 1997.
4. Bertolotti RL : Total etch-The rational dentin bonding protocol. *J Esthet Dent* 3:1-6, 1991.
5. Gwinnett AJ, Kanca J : Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am J Dent* 5:73-77, 1992.
6. Swift EJ, Perdigao J, Heymann HO : Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. *Quintessence Int* 26:95-110, 1995.
7. Kanca J : Resin bonding to wet substrate I. Bonding to dentin. *Quintessence Int* 23:39-41, 1992.
8. Kanca J : Resin bonding to wet substrate I. Bonding to enamel. *Quintessence Int* 23:625-627, 1992.
9. Vargas MA : Microleakage of resin composite with wet versus dry bonding. *Am J Dent* 7:187-189, 1994.
10. Kanca J : Wet bonding: Effect of drying time and distance. *Am J Dent* 9:273-276, 1996.
11. Gwinnett AJ : Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. *Am J Dent* 5:127-129, 1992.
12. Kanca J : Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent* 5:213-215, 1992.
13. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH : Ultrastructure of the resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. *Am J Dent* 10:77-82, 1997.
14. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H et al. : Bond strength versus dentine structure: a modelling approach. *Arch Oral Biol.* 40(12):1109-1118, 1995.
15. Uno S, Finger WJ : Function of the hybrid zone as a stress-absorbing layer in resin-dentin bonding. *Quintessence Int* 26(10):733-738, 1995.
16. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E : The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 16(3):265-273, 1982.
17. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N : Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J Esthet Dent* 3(4):133-138, 1991.
18. Gwinnett AJ : Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. *Am J Dent* 6(1):7-9, 1993.
19. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH : Ultrastructure of the resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. *Am J Dent* 10(2):77-82, 1997.
20. Gwinnett AJ : Dentin bond strength after air drying and rewetting. *Am J Dent* 7(3):144-148, 1994.
21. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, et al. : A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res* 77(1):50-59, 1998.
22. Jacobsen T, Soderholm KJ : Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *Am J Dent* 11(5):225-228, 1998.
23. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, single-bottle primer/adhesives. *Dent Mater* 12(4):236-244, 1996.
24. Perdigao J, Swift EJ, Cloe BC : Effects of etchants, surface moisture, and resin composite on dentin bond strengths. *Am J Dent* 6(2):61-64, 1993.
25. De Goes MF, Pachane GC, Garcia-Godoy F : Resin bond strength with different methods to remove excess water from the dentin. *Am J Dent.* 10(6):298-301, 1997.
26. 대한소아치과학회 : 소아·청소년치과학, 신흥인터내셔널, 1999.
27. Prati C, Chersoni S, Mongiorgi R, Pashley DH. : Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. *Oper Dent.* 23(4):185-194, 1998.
28. Gwinnett AJ, Tay FR, Pang KM, Wei SH : Quantitative contribution of the collagen network in dentin hybridization. *Am J Dent* 9(4):140-144, 1996.
29. Finger WJ, Inoue M, Asmussen E : Effect of wettability of adhesive resins on bonding to dentin. *Am J Dent* 7(1):35-38, 1994.
30. Yoshiyama M, Carvalho RM, Sano H, et al. : Regional bond strengths of resins to human root dentine. *J Dent* 24(6):435-442, 1996.
31. Nakabayashi N, Saimi Y : Bonding to intact dentin. *J Dent Res* 75(9):1706-15, 1996.

32. Gwinnett AJ : Altered tissue contribution to interfacial bond strength with acid conditioned dentin. *Am J Dent* 7(5):243-246, 1994.
33. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH : Relation between water content in acetone/alcohol-based primer and interfacial ultrastructure. *J Dent* 26(2):147-156, 1998.
34. Brodsky B, Ramshaw JA : The collagen triple-helix structure. *Matrix Biol* 15(8-9):545-554, 1997.
35. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, et al. : Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res* 71(8):1530-1540, 1992.
36. Nakabayashi N, Takarada K : Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dent Mater* 8(2):125-130, 1992.
37. Pashley DH, Carvalho RM : Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 25(5):355-372, 1997.
38. Finger WJ, Uno S : Bond strength of Gluma CPS using the moist dentin bonding technique. *Am J Dent* 9(1):27-30, 1996.
39. Marshall GW Jr, Wu-Magidi IC, Watanabe LG, et al. : Effect of citric acid concentration on dentin demineralization, dehydration, and rehydration: atomic force microscopy study. *J Biomed Mater Res* 15:42(4):500-507, 1998.
40. Pereira GD, Paulillo LA, De Goes MF, et al. : How wet should dentin be? Comparison of methods to remove excess water during moist bonding. *J Adhes Dent* 3(3):257-264, 2001.
41. Marshall GW Jr, Balooch M, Tench RJ, et al. : Atomic force microscopy of acid effects on dentin. *Dent Mater* 9(4):265-268, 1993.

Abstract**A STUDY ON THE MICROSCOPIC IMAGES OF DENTIN SURFACES IN PRIMARY TEETH ACCORDING TO SURFACE WETNESS AFTER ACID ETCHING**

Young-Jun Oh, Tae-Sung Jung, Shin Kim

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

To achieve good dentin bonding, we must obtain proper wet dentin surface. The purpose of this study was to compare dentin surface according to different wetness degree by AFM image as studying how to obtaining proper wet dentin surface. Intact recently extracted primary teeth were used in the study. The extracted teeth were stored in distilled water at 4°C until prepared. The teeth were used to prepare 1mm thick dentin disks with exposed surfaces parallel to the occlusal surfaces. The surface of the dentin were polished with polishing disk. The sample were ultrasonically cleaned with distilled water. The sample of each group were treated by different ways. We compared dentin surface of each group by AFM image.

From the experiment, the following results were obtained.

1. Acid etching in the dentin surface of primary teeth, resulted in the removal of the smear layer, which opened dentinal tubules, caused the demineralization of peritubular and intertubular dentin, and exposed a collagen-rich transition zone.
2. If the etched dentin was so dehydrated, the intertubular dentin surfaces decreased in height and the diameters of the dentinal tubules decreased slightly.
3. In the group dried with compressed air for 20 seconds at 2 cm, the dentin surfaces were too excessive dried and dehydrated.
4. In the group dried with compressed air for 3 seconds at 2 cm, dry cotton, wet cotton, microbrush and absorbent tissue paper, the dentin surfaces were properly wet.

Key words : Wet bonding, Dentin surface, Primary teeth, Atomic force microscopy