

치질(법랑질·상아질)접착의 배경과 최신경향

고대구로병원 치과보철과

황정원* · 신상원**

I. 서 론

치아면을 변형시켜 레진을 접착시키는 술식은 역사가 짧은 분야지만 특히 1985년이후 지난 수년간 많은 발전을 거듭하여 상당한 수준에 이르렀으며 앞으로 더욱 발전하리라 보여진다.

법랑질 및 상아질 접착은 보존, 보철, 치주, 교정, 소아치과등 다양한 분야에서 관심을 갖게 되는 영역이다. 산부식(acid etching)으로 법랑질을 처리하여 수복하는 방법은 좋은 결과를 보이며 임상에서 널리 이용되고 있는 반면, 레진을 상아질에 접착시키는 것은 이에 비해 어려운 도전이었지만, 계속적인 진보로 인해 상아질 접착의 신뢰성과 예측가능성이 높아지고 있다. 수복재료를 치아면과 접착시키는 술식은 강한 유지력을 가져야 하고, 변연봉쇄가 우수해야 하며, 치치후 지각과민이 없어야 하고, 치아 우식증이 억제되어야 한다는 것이 전제가 되어야 한다. 본 내용에서는 법랑질 및 상아질 접착의 개략과 최근의 술식에 대해 다음의 내용으로 구분하여 살펴 보려 한다.

1. 법랑질 접착

- 1) 법랑질 산부식술식
- 2) 법랑질 접착의 장점
- 3) 법랑질 부식에 사용되는 산용액

2. 상아질 접착

- 1) 상아질 접착제의 발달
- 2) 최근의 상아질 결합제

3) 상아질 결합제의 특성

4) 상아질 결합에 영향을 미치는 임상적 요인들

II. 본 론

1. 법랑질 접착(Enamel Bonding)

1) 법랑질 산부식 술식(Enamel Etching Technique)

레진접착술식은 법랑질에 레진을 접착시키는 방법에서 시작되었다. 이는 1955년 Buonocore가 산이 법랑질 표면을 변경시켜 레진의 접착에 더 용이한 형태로 바꾼다고 언급한데 기초를 두고 있다. 그는 아크릴릭 레진이 85% 인산으로 30초간 처리된 법랑질에 접착될 수 있다고 하였으며 이러한 "bonding technique"을 Class III, IV 수복물, 소와열구 전색(pit & fissure sealant)에 응용하였다. "Resin tag"의 형성이 레진이 인산 부식된 법랑질에 접착하는 주요한 기전이다(Gwinnett와 Matsui, 1967; Buonocore, 1968). 법랑질을 산처리하면 10um 정도의 치질이 제거되고 5~50um 정도 깊이의 다공성층이 생긴다(그림 1). 산부식으로 인해 법랑질 표면의 젖음성도 증가되며 저점도에 레진이 여기로 흘러 들어가서 증합되면 법랑질에 미세물리적인 결합이 생긴다. 30~40%의 인산이 법랑질을 가장 유지력이 있는 형태로 부식시킨다(Silverstone, 1974). 칼슘 용해와 부식깊이는 산농도가 40%가 될 때까지는 농도증가와 비례한다. 고농도의 인산은 dissolution front에서 calcium phosphate crystal을 형성시켜 산이 더 침투하지 못하게 벽을 만든다. 그 결과 85%의 인산은 법랑질을 부식시킬 수 없다(Wang과 Hume,

* 임상강사 ** 교수, 과장

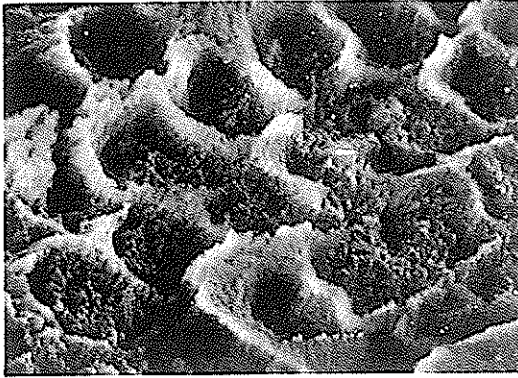


그림 1. 인산으로 부식된 법랑질 표면의 주사전자 현미경 소견(×500)(Courtesy De. A. J. Gwinnett. State University of New York at Stony Brook)

1988). 따라서 대부분의 법랑질 부식제는 30~40% (주로 37%) 농도의 인산이다. 그러나 최근의 연구에 의하면 더 낮은 농도에서도 30~40% 인산과 비슷한 법랑질 결합강도를 보인다고 하고 있다(Gwinnett 등 1992).

전통적으로는 30~40% 인산을 법랑질에 60초간 적용하였으나 최근에는 부식시간을 줄여 적용하고 있다. 최근의 다른 많은 연구에 의하면 15초간 적용한 것은 60초간 적용한 것과 법랑질 표면조도 및 전단결합강도, 미세면연누출정도가 동일하거나 유사한 결과를 보였다고 보고되고 있다(Barkmeier 1986; Crim 등 1986). 이러한 연구를 바탕으로 하여 최근에 사용되는 total etching 술식에서는 법랑질과 상아질을 약산으로 평균 15초간 적용하는 술식을 사용한다.

2) 법랑질 결합의 장점

첫째, 법랑질은 90% 가량이 무기질이므로 인산에 의해 부식처치되어도 위해작용이 없다.

둘째, 인산으로 처리된 법랑질과 composite resin간의 전단결합강도는 20Mpa정도로써 이는 여러 가지 임상용도 즉, 직접레진수복물, 도재 및 레진 veneer와 inlays, 교정용 brackets, 레진접착보철물, 소와열구전색등에 사용되기에 충분한 결합강도이다. 또한 composite resin이 수축할 때 발생하는 수축응력(7Mpa정도)에 저항하기 위해서는 전단결합강도가 17~20Mpa정도 필요한데 법랑질 결합시

얻어지는 전단결합강도는 이에 충분한 크기라고 할 수 있다.

셋째, 산부식은 법랑질 변연부위에서 수복물의 미세누출을 감소시킨다.

3) 법랑질 산부식을 위해 사용되는 다른 산용액 10% 인산, 10% maleic acid, 2.5% nitric acid등이 37% 인산만큼 효과적이라고 보고한 연구(Gwinnett 등, 1992; Aasene 등 1993)도 있으나 반면 제조자의 추천시간 동안 법랑질을 부식했을 때 약산은 훨씬 낮은 법랑질 전단결합강도를 보인다고 한 연구결과(Swifts 1993; Triolo 1993)도 있다. 약산으로 법랑질을 처리했을 때의 임상적 결과에 대한 것은 아직 완전히 알려져 있지는 않다. 그러나 최근에는 상아질과 법랑질을 동시에 부식시키기 위해 위에 언급된 약산이 많이 사용되고 있다.

2. 상아질 접착(Dentin Bonding)

상아질에의 레진 결합은 법랑질에 비해 더 어렵고 예측 곤란하다. 이는 상아질의 복잡한 조직학적 구조와 다양한 조성 때문이다. 법랑질은 구성성분의 92%가 무기 수산화 인회석으로 균일한 배열을 이루는 반면, 상아질은 평균 45% 만이 무기질이며 수산화인회석이 주로 교원질로 구성된 유기기질에 불규칙하게 배열되어 있다. 또한 수많은 액체로 채워진 상아세관으로 치수와 밀접히 연결되어 치수로부터 미약하지만 지속적으로 25~30mmHg 정도의 치수내 압을 받는다. 상아세관은 치수에 근접할수록 많아지며 굵기와 방향이 부위마다 다르다. 법랑질 결합은 든든한 기초 위에 이루어지는 반면, 상아질결합은 역동적인 기초 위에 세운 건축같이 예측 곤란하다. 또 다른 요인은 상아질이 삭제될 때 생기는 치질잔사인 도말(smear)층이다(그림 2). 이를 제거하지 않으면 레진 결합강도가 크게 감소된다.

1) 상아질 접착제(Dentin bonding Agent)

재료의 성질을 올바르게 이해하고 선택하는 것이 상아질 접착술식을 사용하는 데 매우 중요하다.

(1) 제 1세대 상아질 접착제

1956 Buonocore 등이 glycerophosphoric acid dimethacrylate라는 친수성(hydrophilic) 및 소수성(hydrophobic)기를 동시에 가지는 화합물을 함유하

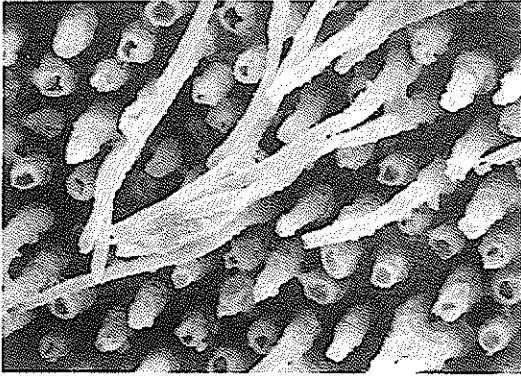


그림 2. Diamond 삭제기구로 형성된 치아표면에 생긴 도말층. 상아세관이 Smear plug로 막혀 있는 모습을 보여준다(Bar-lum). (From Swift EJ et al. Quint Int, 1995)

는 레진이 염산 부식된 상아질 표면에 접착할 수 있다고 보고한 것이 시초이다. 이 화합물의 친수성 phosphate기는 상아질 수산화인회석의 칼슘이온과 결합하며 소수성 methacrylate기는 아크릴릭레진과 결합한다. 그러나 이 레진접착은 물에 침수시키면 그 접착강도가 매우 감소되었다. Bowen(1965)은 NPG-GMA(N-phenylglycerine glycidyl methacrylate)라는 "surface-active comonomer"를 합성하였는데 이는 수분저항성을 갖는 레진-치질의 칼슘간 접착을 증개한다. 그러나 상품화 된 NPG-GMA based resin은 기계적인 유지형태 없이는 2~3MPa 정도의 매우 낮은 접착강도를 보였다.

(2) 제 2세대 상아질 접착제

1980년대 초반에 나온 것들로 상아질 자체에 접착하는 것이 아니라 도말(smear)층에 화학적으로 접착되므로 smear층의 응집력이나, smear층과 하부 상아질사이의 접착력에 의해 레진의 접착력이 제한된다. 따라서 전단접착강도가 1~10Mpa 정도밖에 안되며 이는 composite resin의 수축응력에 저항하기에는 너무 약한 접착력이다. 이것의 주된 조성은 Bis-GMA의 phosphorylate ester (Scotch Bond, Bondlite, Prisma Universal Bond)로 구성된 phosphonated system이었다. 이 phosphate bond는 수분환경하에서 와해된다. Scotchbond Dual-Cure(3M Dental), Bondlite(Kerr)를 제외하고는 더 이상 사용되지 않는다. 임상적 사용결과는 법랑질부식이나

물리적 유지형태 부여없이는 실패율이 높아 1~3년 간격으로 치경부 수복물이 상실되는 율을 보였다.

(3) 제 3세대 상아질접착제

1986~1991년 사이에 개발되었던 것들로서, smear층을 수정하거나 완전히 제거하여 레진이 하부 상아질로 침투할 수 있게 한다. Conditioner도 처리하면 smear layer가 제거되며 상아세관내로 conditioner가 들어가 관간 상아질을 적당히 부식시켜 상아질내에 형성된 resin tag가 상아질과 물리적결합을 이룰 수 있게 한다. 상품으로는 Scotchbond2 (3M Dental), Gluma(Bayer/Miles), Tenure(DenMat), Prisma Universal Bond3 (Caulk/ Dentsply), Syntac (Ivoclar Vivadent), XR Bond(Kerr)등이 있다. 상아질에의 전단접착강도가 법랑질과의 접착강도에 접근되었으나 사용 후 결과는 예측가능하지 않다. 주어진 접착제의 접착강도가 연구마다 다를 뿐 아니라 동일 연구내에서조차 일관성이 없으며 변연 누출을 완전히 없애지는 못하였다.

2) 최근의 상아질 접착제

"Total-etch"술식을 사용하여 상아질과 법랑질을 인산 또는 다른 산으로 동시에 부식시키는 것과 smear층을 제거한 후 물리적결합을 얻는 것, 많은 제품에서 wet bonding이 특징이다. 1979년 Fusayama등에 의해 산부식으로 상아질 접착강도를 증가시키는 것이 처음으로 증명되면서 일본에서는 상아질 부식을 이용한 술식이 상당히 활성화되었다. 그러나 미국에서는 최근에서야 total etching개념이 받아들여졌다. 여러 형태의 conditioner, primer, adhesive resin이 사용되나 접착원리는 유사하다.

(1) 산부식

먼저 산부식으로 smear층을 제거하고 하부의 상아세관을 노출시켜 레진에 대한 상아질 투과성을 증가시킨다(그림3). 관간 및 관주상아질의 탈회 정도는 산의 pH, 농도, 점도, 적용시간에 따라 다르다. 산부식으로 상아질의 수산화인회석이 제거되면 교원질 망이 남게되며, 무기질이 이를 지탱하지 못하므로 교원질망은 늘리고 수축될 수 있다(그림4). 상아질이 과도히 탈회되면 탈회층이 깊어져 하부에 있는 무기질로 지지되지 못한 교원질이 쉽게 뭉개져 레진이 교원질내로 완전히 침투되지 못하게 된다. 그 결과 hybrid층과 상아질층 사이에 레진이 침투되지

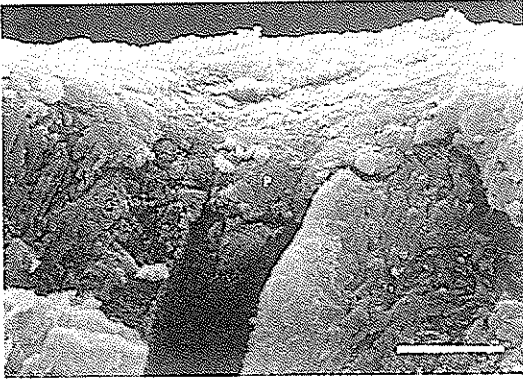


그림 3. 10% 인산으로 15초간 부식된 후의 상아질 표면의 모습. 상아세관이 열려 있다(Bar-2 um).

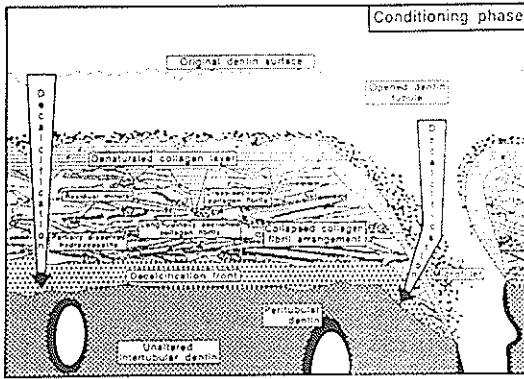


그림 4. Conditioning Phase에서의 resin-dentin interdiffusion zone의 미세구조를 도식화한 그림. 산에 의해 상아질표면이 수um정도 완전히 제거되고 상아세관이 열리며, 그 하방으로는 교원질사이의 무기질이 탈회된다. 표층의 교원질은 변성되고 무기질로 지지되지 못한 하부의 교원질은 collapse되어 있다(Van MeerBeek, 1993).

못한 약한 교원질층이 초래되어 이 부위가 서서히 가수분해됨으로서 상아질 접착이 장기적으로 약해진다(Nakabayashi, 1992). 따라서 Smear층을 제거하기 위한 상아질 전처리시 레진 단량체가 쉽게 침투할 수 있는 깊이에 국한되어 상아질이 탈회되어야 한다. 보통 10% 약산으로 2~10um가량의 상아질 탈회가 이루어지고 있다.

35% 인산은 칼슘제거효과가 더 크며 교원질을 더

심하게 변화시켜 상아질 투과성이 더 낮게 되며 10% 인산처리시 wet bonding하던 35% 인산처리에 비해 유의할 만한 접착강도증가가 보였다고 보고되고 있다(Kato등, 1996). 제조자들은 10% maleic acid 또는 phosphoric acid를 추천한다. 그러나 Chan(1997)등에 의하면 이보다 더 약한 산을 사용했을때 더 큰 접착강도를 보였다고 하였다.

〈술 식〉

법랑질과 상아질에 동시에 산을 15~20초간 적용한다. 법랑질은 15~60초의 넓은 범위의 부식시간을 허용할 수 있지만 상아질은 부식시간에 좀더 민감하게 반응하므로, 가능한 빠른 동작으로 법랑질에 먼저 산을 도포하고 상아질에 산을 도포한 즉시로 시간을 켜다. 15초가 지나면 즉시 물로 수세한다. 산은 원하는 부위의 변연보다 몇 mm 더 바깥쪽으로 연장하여 적용한다.

(산부식으로 상아세관이 외부환경에 개방되므로 이 때 치면이 오염되는 것을 극히 조심해야 한다. 넓게 열린 상아세관이 오염되면 미생물은 곧바로 치수로 직행하기 때문이다.)

(2) Primer/Bonding resin를 적용, 또는 primer를 도포한 후 bonding resin을 적용

산으로 처리된 상아질층위에 primer 또는 좀더 친수성을 갖는 resin단량체를 도포한다.

1996년까지만 하더라도 primer를 도포한 후 bonding resin을 적용하였으나 가장 최근의 경향은 primer와 bonding resin을 one component로 묶는 것이다. 임상단계가 간단해지긴 하지만 아직까지는 two component보다 다목적적으로 사용되지는 못하며 장기적인 임상결과가 확인되어야 한다.

① Primer는 HEMA, BPDM, 4-META와 같은 친수성 및 소수성기를 동시에 갖는 화합물로서 친수성기는 치질과 접촉하고 소수성기는 레진과 접촉한다. 이 친수성 단량체는 상아질을 적시고 상아세관뿐 아니라 관간 및 관주상아질(탈회영역)로 침투되어 들어간다. Primer는 보통 건조된 상아질보다 습한 상아질에 더 친화력이 있다.

접착강도는 용해된 수산화인회석이 차지했던 자리가 얼마나 resin으로 대체될 수 있는가에 달려있다. 레진 침투를 위해서는 과도한 탈회깊이가 생기지 않는 부식술식을 사용해야 한다. 즉 부식시간을 줄이거나 덜 공격적인 산을 사용해야 한다. Primer를

사용하면 상아질 접착강도가 크게 증가하지만 장기적인 예후에 대한 보고는 드물다. Burrow등(1996)은 primer가 사용되더라도 bonding resin이 탈회된 교원섬유층의 바닥까지 도달되지 못하며 primer와/또는 bonding resin으로 둘러싸여지지 않은 교원섬유는 가수분해되기 쉽기 때문에 priming은 단기적으로 강력한 접착을 얻지만 3년후 후 실패율이 증가하였다고 보고하였다.

〈술 식〉

일단 치아를 건조시켜 산부식이 적절히 되었는지 확인한 후 damp cotton pellet으로 치아를 다시 축축히 적신다. 이 때 물 대신 클로르헥시딘 와동세척제를 사용하면 항생효과를 부가적으로 얻을 수 있다. 변연에 gap이 생기더라도 항생효과로 인해 미생물이 들어와 증식되는 것을 막을 수 있다. 항생용액으로 상아질을 적셔도 접착력이 감소되지 않으므로 이는 추천할 만한 방법이다. damp dentin technique을 시행하기 전에 사용할 primer가 습한 상아질에 친화력이 있는 것인지를 확인한다. 어떤 것은 습한 상아질에 더 친화성이 있으며 어떤 것은 습한 상아질이나 건조된 상아질에 비슷한 효과를 나타낸다. 기본적으로 아세톤을 함유하는 primer는 습한 상아질에 더욱 효과적이다. 실제로 상아세관내 또는 사이에 있는 수분이 아세톤용매를 끌어당긴다. 아세톤은 기화되고 아세톤용매와 함께 스며든 레진 성분만 교원질내에 남게된다. 아세톤을 함유하지 않은 primer는 수분을 따라 들어가는 성질이 없으나 그럼에도 불구하고 결합강도는 매우 높다. 따라서 아세톤과/또는 습한 상아질이 접착제가 최적으로 정착하기 위해 결정적으로 중요한 것은 아닌 듯하다. Primer는 보통 두 층이상 바르나 한 층만 바르는 것을 요구하는 접착제도 있다. Primer는 상아질에만 적용하는 것으로서 법랑질에 국한된 접착을 할 경우는 primer step을 생략하고 곧바로 bonding resin을 적용한다.

② Bonding resin 적용

이후 적용하는 unfilled resin이 primed dentin에 침투되어 primer와 같이 중합되어 레진으로 강화된 상아질층, 레진침투층이라고 불리는 hybrid층이 만들어진다(그림5). Hybrid층은 Nakabayashi등에 의해 1982년 처음 기술되었는데 이 층이 최근의 접착 시스템의 일차적인 접착원리라고 생각되어지고 있

다. 잘 형성된 hybrid층은 결합강도를 높여주는 역할 외에, 첫째 상아질과 수복제사이의 미세누출을 막아주어 치아우식증, 지각과민 치수염증을 줄여줄수 있는 장점이 있고, 둘째 물속에서 변성되지 않고 오히려 산에 대해 높은 저항성을 가진다.

SEM관찰시 상아질세관내로 긴 resin tag가 형성되는 것이 관찰되나(그림 6) 이것이 상아질 접착강도에 기여하는 정도는 미미하다. 그 증거로 치수와 가까운 부위는 상아세관이 많아서 resin tag가 많이 생기나 접착강도는 약하며(Tagami등, 1992), 소수성을 갖는 법랑질 접착제도 상아질에서 resin tag를 형성할 수 있으나 세관벽과의 접착이 약하므로 전

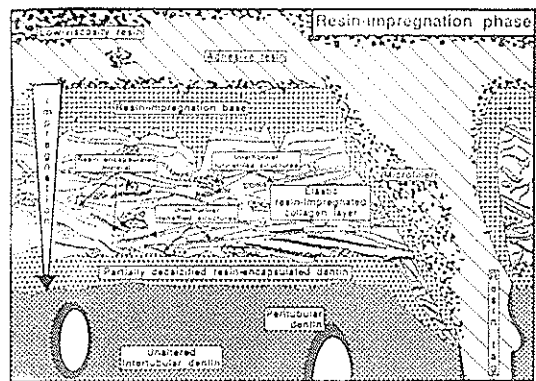


그림 5. Resin impregnation phase에서의 resin-dentin interfiffusion zone의 미세구조를 도식화한 그림(Van MeerBeek 1993).

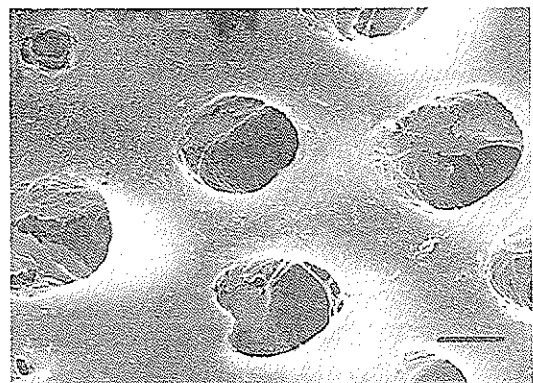


그림 6. 염산으로 상아질을 용해시킨 후 레진표면의 주사전자 현미경소견으로 상아세관내로 들어간 resin tag는 속이 비어있다(Courtesy Byoung Suh)

채상아질접착강도가 매우 떨어진다(Bränström등, 1977). 또한 실제 생활치의 상아세관은 액체로 차 있기 때문에 실험시 사용되는 발치치아보다 형성된 tag의 길이도 짧다(Iwaku등, 1981).

요약하면 상아질 접착에는 hybrid층의 형성이 중요하며 resin tag는 접착강도에 그다지 중요한 자리를 차지하지 못한다.

〈술 식〉

순수히 광중합되는 bonding resin은 direct restoration에 한해 적용하는 것이며, dual cure bonding resin은 direct 및 indirect restoration에 적용한다. 직접수복물의 경우는 composite를 올리기 전에 bonding resin을 광중합시키며, 간접수복물의 경우는 bonding resin을 치면에 도포하고 수복물에 resin cement를 발라 안착시킨 뒤 bonding resin과 resin cement를 동시에 중합시킨다. 간접수복물에 순수히 광중합되는 bonding resin을 사용하면 수복물의 안착이 방해된다. 그러나 몇몇 광중합 bonding resin은 지시사항만 잘 지키면 간접수복물에도 사용할 수 있다.

모두 일회용 붓으로 bonding resin을 얇게 치면에 도포한 후 같은 붓으로 과도한 양을 없앤다. 공기를 불어 얇게 하면 결합강도가 떨어진다.

3) 상아질 접착제의 위해작용

상아질접착제를 이용한 수복물을 해준 후 즉시 치수염, 또는 영구치수염이 생기는 경우가 종종있다. 1970년대에 시도된 연구의 결과에서는 상아질을 인산부식하는 것이 치수염을 일으키는 것같다고 하였다. 그러나, 상아질을 통과하는 산은 매우 적으며 산이 치수반응의 직접적인 원인이라고 할 수 없다. 최근에는 미생물과 관련된 미세누출이 치수염의 주원인으로 여겨진다. 부적절한 변연봉쇄가 치수염의 일차적 원인이라고 하고 있다. 수복물의 변연봉쇄가 잘 되어 미생물의 침입을 막는다면 감염은 거의 일어나지 않는다(Cox등, 1987; Fuks등 1988).

그러나 미생물에 의한 감염이 원인이라는 이러한 이론은 시간이 지남에 따라 염증반응이 사라지는 많은 경우는 설명하지 못한다. 조직검사시 많은 경우에서 치수반응은 시간이 지남에 따라 감소한다(Fujitani등, 1992; Stanley, 1993). 만약 미생물의 침투가 즉시 치수반응의 원인이라면 시간에 따라

치수반응이 감소되지 않을 것이다. 이에 대한 설명으로 레진의 독성을 가진 성분이 치수내로 들어가는 것이 원인이라고 하는 많은 연구결과가 있다.

Resin composite중합은 완전히 이루어 질 수 없으며 Bis GMA함유레진의 중합율은 60~75% 사이이다(Ferracane, 1994). Hanks등(1991; 1992)은 불완전한 중합으로 인해 반응하지 않은 단량체가 재료로부터 서서히 방출되며 또한 반응부위에서 재료가 가수분해, 산화, 분해되어 생긴 부산물이 치수에 도달되면 치수에 해를 끼치게 되나 수복물이 구강환경으로부터 잘 봉쇄된 경우 누출율이 한계농도 이하로 점차 떨어지면서 국소자극반응이 해소된다(Pashley, 1988). 레진의 독성은 1~2일 정도 짧은 기간 지속되는 것이다. Rathburn등(1991)은 resin composite성분중 가장 세포독성을 나타내는 성분은 반응하지 않은 Bis-GMA이지만 이는 수분용해성이 매우 낮아 치수에 대한 독성을 나타낼 기회가 적다고 하였다. Bonding agent나 resin composite보다는 primer의 독성이 더 의미가 있는데, 이는 산부식된 상아질에 제일 처음으로 도포되는 것이기 때문이다. HEMA를 함유하는 primer는 매우 친수성이며 세포독성을 나타낸다고 알려져 왔다(Boullaguet등, 1996). 치수와 가까울수록 세포독성을 나타낼 기회가 큰데 0.5mm이하의 상아질층만이 존재한다면 functional perforation되었다고 간주할 수 있다.

상아질접착제를 사용한 후의 치수감염을 방지하기 위해서는 첫째, 산부식처리할 때 치면이 오염되는 것을 방지해야 하며, 둘째, primer를 사용하여 변연미세누출을 감소시켜야 하고, 셋째 접착제를 직접 적용할 부위에는 최소한 0.5mm 이상의 상아질이 남아있어야 한다.

4) 상아질 접착에 영향을 미치는 임상적 요인들

(1) 상아질의 무기성분함량 : 나이, 치아우식증, 상아질 노출(치경부 침식증 또는 마모증등)에 따라 상아질의 무기성분이 증가하여 경화된 상아질이 생성된다. 이 경우 상아질에 레진침투가 제한되어 hybrid층이 얇게 형성되므로 sclerotic cervical lesion는 정상적인 상아질보다 dentinal adhesive가 덜 효과적이다.

(2) 과도한 교합력 : 이는 치경부침식-마모를 유발할 뿐 아니라 Class V 수복물실패에도 기여한다.

이같이나 다른 무리한 교합은 치경부에 응력을 집중시키는 축방압을 많이 유발시킨다. 이러한 응력 크기가 작다 하더라도 반복되는 굴곡응력은 상아질과 레진 경계면에 피로실패를 유발시킨다.

(3) 사용된 composite resin의 종류 :

레진 중합시 일어나는 수축은 filler함량과 상관있다. Microfilled resin이 heavily filled resin보다 많이 수축하지만 Young's modulus는 낮다. Young's modulus가 낮은 레진은 중합수축시 생기는 응력의 일부분을 flow relaxation으로 방출할 수 있다. Stiff하고 높은 modulus를 가진 레진은 잘 흐르지 않아 중합수축응력이 잘 방출되지 않는다. 더욱이 filler가 많은 레진은 굴곡력을 받을 때 잘 휘 수 없기 때문에 접착계면으로 굴곡력이 전달되게 된다. Kemp-Scolte등(1990)은 수복물의 stiffness를 감소시키는 한가지 방법은 수복물과 bonding agent 사이에 점도가 낮고, modulus가 낮은 중간레진층을 적용하여 "탄성적 완충층"으로 작용하게 하는 것이라고 하였다. Optibond(Kerr)와 Clearfil Liner Bond(J. Morita USA)가 이러한 filled intermediate resin을 포함하며 전단접착력이 더 높은 다른 접착제보다 변연누출을 효과적으로 감소시킨다고 하였다. 또한 굴곡력으로 인해 접착계면에 피로파열이 생기는 것을 방지한다(Staninec, 1993).

— 추천되어지는 접착제 —

(by REALITY* The information source for esthetic dentistry Volume 10 January 1996)

◎Dual cure : 이 접착제는 다용도로 사용되므로 관심의 집중을 받고 있다. 이중

1. Optibond(Kerr) All-Bond 2를 누르고 가장 높은 접착강도 및 가장 적은 변연누출을 보인다.

Optibond는 filler를 첨가한 adhesive로서 이는 과민증을 최소화하거나 제거하는데 매우 효과적이다. 또한 아세트산이 없기 때문에 술식에 덜 민감하다.

2. All-Bond 2(Bisco)도 만만치 않은 제품이다. 가장 광범위하게 이용되는 완전한 system이다.

장기간동안 수많은 test를 통해 성능이 입증되었다. 이것의 primer system과 습한 상아질의 요구조건에 대해 이해하고 사용하면 성공적으로 사용할 수 있다.

3. Scotchbond Multi-purpose Plus(3M)는

Scotchbond계통의 제6세대이다.

이는 원래의 Multipurpose처럼 빠르고, 간단하고 쉽게 적용할 수 있으며 부가적으로 모든 간접수복물 및 아말감에 결합할 수 있는 구성요소를 가진다. 아세트산을 가지지 않아 습한 상아질 및 건조한 상아질에 동일하게 잘 접착하므로 술식에 덜 민감하다. Optibond나 All-Bond2보다는 약간 낮은 점수를 받았다.

4. Dentastic(Pulpdent)은 위의 세 제품만큼 높은 점수는 못 받았지만 역시 성공적으로 사용할 수 있으며 포장이 조적적으로 되어 작은 공간을 차지하며, 쉽게 적용할 수 있으며, 추천하는 제품 중 가장 저렴하다.

◎Light-Cured Only : Dual cure resin을 갖추고 있다면 이 접착제는 필요없다.

그러나 direct composite와 veneer를 위한 보다 간단한 접착법을 원할 때는 구비할 필요성이 있다.

1. Optibond FL(Kerr) 가장 높은 점수를 받은 접착제이다.

2. One-Step(Bisco) 이는 한 병으로 나와 있어 mix할 필요가 없으며, indirect restoration에 사용할 수 있는 유일한 광중합결합제이다. 습한 상아질에 적용해야 하므로 Optibond FL보다 술식에 예민하다.

3. Scotchbond Multi-Purpose(3M), Prime & Bond(Caulk), Liner Bond(J. Morita USA)등도 모두 효과적으로 사용할 수 있는 제품들이다.

III. 요약 및 결론

상아질과 법랑질에 레진을 접착시키는 술식의 발전이 restorative dentistry에 미친 영향은 매우 크며 이 영역은 현재 상당한 관심과 연구가 집중되는 분야이다. 법랑질 접착은 이미 임상적으로 충분한 접착강도와 좋은 예후를 보이고 있다. 상아질 접착을 위한 산부식술식은 보존, 예방, 심미수복치료등 많은 영역에 응용되고 있다. 대부분의 상아질 접착 시스템은 상아질을 산으로 처리하고 친수성의 primer를 사용하여 상아질 치질과의 강력한 미세물리접착을 증대한다. 이상적인 상아질 결합제는 쉬운 사용법, 생체적합성, 우수한 결합력, 최소한의 중합수축등의

특성을 가져야 하며 술식에 예민하지 않을수록 좋겠다. 최근 이러한 면에서 상당히 우수한 특성을 갖는 상아질 접착제가 상품화되어 있으며 지금도 지속적인 연구개발이 활발히 진행중이다.

보다 나은 치료결과를 위해 치질접착에 중요한 요소들을 잘 이해하고 접착제를 올바르게 선택하여 사용하여야 하겠으며, 지속적인 노력으로 학문의 발전과 접착시스템의 변화를 수용하여야 할 것이다.

REFERENCES

1. Aasen SM, Ario PD. Bonding systems : A comparison of maleic and phosphoric acids (abstract 269). *J Dent Res* 1993 ; 72 : 137
2. Barkmeier WW, Shaffer SE, Gwinnett AJ. Effects of 15 vs 50 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. *Oper Dent* 1986 ; 11 : 111-116
3. Bouillaguet S, Wataha JC, Hanks CT, Ciucchi B, Holz J. IN vitro cytotoxicity and dentin permeability of HEMA. *J Endod* 1996 ; 22 : 244-248
4. Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. *J Dent Res* 1965 ; 895-902
5. Bränström M, Nordenvall KJ. The effect of acid etching on enamel, dentin and the inner surface of the resin restoration : A scanning electron microscopic investigation. *J Dent Res* 1977 ; 56 : 917-923
6. Buonocore M, Wileman W, Brudevold F. A report on a resin compcsition capable of bonding to human dentin surfaces. *J Dent Res* 1956 ; 35 : 841-851
7. Burrow MF, Satoh M, Tagami J. Dentin bond duraboility after three years using a dentin bonding agent with and without priming
8. Camps J, Tardieu C, Déjou J, Franquin JC, Ladaïque P, Rieu R. In vitro cytotoxicity of dental adhesive systems under simulated pulpal pressure. *Dent Mater* 1997 ; 13 : 34-42
9. Chan AR, Titley R, Chernecky and Smith DC. A short-and long-term shear bond strength study using acids of varying dilutions on bovine dentine. *J Dent* 1997 ; 25 : 145-152
10. Cox CF, Keall CL, Keall HJ, Ostro E, Bergenholts G. Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps. *J Prosthet* 1987 ; 57 : 1-8
11. Crim GA, Shay JS. Effect of etchant time on microleakage *J Dnet Child* 1987 ; 54 : 339-340
12. Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *J Oral Rehabil* 1994 ; 21 : 441-452
13. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin, *J Dent Res* 1979 ; 58 : 1364-1370
14. Fuks AB, Funnell B, Cleaton-Jones P. Pular response to a composite resin inserted in deep cavities with and without a surface seal. *J Prosthet Dent* 1990 ; 63 : 129-134
15. Gwinnett AJ, Matsui A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch Pral Biol* 1967 ; 12 : 1615-1620
16. Gwinnett AJ, Kanca J. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am J Dent* 1992 ; 5 : 73-77
17. Hanks CT, Strawn SE, Wataha JC, Craig RG. Cytotoxic effects of resin components on cultured mamamalian fobroblasts. *J Dent res* 1991 ; 70 : 1450-1455
18. Hanks CT, WAtaha JC, Parsell RR, Strawn SE. Delineation of cytotoxic concentration of two bonding agents in vitro *J Endod* 1992 ; 18 : 589-596
19. Kemp-Scolte CM, Davidson CL. Marginal integrity related to bond strength and strain capacity of compsoite resin restorative systems. *J Prosthet Dent* 1990 ; 64 : 658-664
20. Makavayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hyb-

- rid layer as a dentin-bonding mechanism. *J Esthet Dent* 1991 ; 3 : 133-138
21. Silverstone LM. Fissure sealants : Laboratory studies. *Caries Res* 1974 ; 82-2 : 26 Tagami J, Tao L, Pashley DH. Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. *Dent Mater* 1991 ; 6 : 45-50
 22. Swift DJ, Perdigao J, Heymann HO, Bonding to Enamel and Dentin : A brief history and state of the art. 1995. *Quintessence Int* 1995 : 26 : 95-110
 23. Staninec M, Kawakami M. Adhesion and micro-leakage tests of a new dentin bonding system. *Dent Mater* 1993 ; 9 : 204-208
 24. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise MG, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultra-structure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res* 1993 ; 72(3) : 495-501
 25. REALITY The information source for esthetic dentistry Volume 10 January 1996