

상아질 결합제의 최신 동향



조교수 박영준

전남대학교 치과대학 치과재료학 교실

접착치학의 발전은 역사가 짧은 학문영역이지만, 지난 수년간 눈부신 발전을 거듭하고 있어서, 임상 술식은 새로운 재료의 개발과 함께 지속적으로 변화되어 간다. 특히 1985년 이후, 방대한 연구보고가 있어 접착치학의 발달을 실감할 수 있지만, 임상가들은 접착제의 선택과 그 사용에 있어서 새로운 발전에 대응하는데 많은 노고가 따른다.

임상가가 한 술식에 익숙해지려고 하면, 벌써 더 좋은 결과를 내는 재료와 술식이 소개되기에 이른다. 따라서, 임상가는 접착제를 선택하는데 있어서 자주 당황하게 된다. 하지만, 접착시스템의 사용에 있어서 기본적인 개념을 이해한다면 새로운 술식과 재료를 파악하는데 편리할 것이다. 치과외사는 접착치학의 이론적 바탕으로 치아를 심미적으로 보존 수복하여야 한다.

본 글에서는 변화하는 상아질 처리방법과 상아질 결합제의 접착원리를 돌이켜 보면서, 프라이머와 본딩레진을 1회의 과정으로 가능케 한 단일용액형 접착시스템을 소개 설명하고, 상아질 결합제의 사용시 주의점을 적어 보았다.

I. 접착 치학의 발전

치아의 수복시 수복재료와 치아간에 접착성 수복이 행해짐으로써 강력한 유지력이 얻어질 뿐만 아니라, 변연봉쇄성의 향상, 건전치질의 보전에 따른 치수의 안정성 확보, 술후 지각과민 예방, 이차우식의 억제 등에 큰 역할을 한다. 또한, 치과치료 본래의 심미성 회복을 달성할 수 있는 가능성을 더욱 높이고 있다.

1955년 Buonocore가 레진수복시 범랑질면의 산부식(acid etching)에 의해 수복재료의 와동내 유지력이 크게 개선됨을 발표하여 접착치학의 제 1보를 내딛게 되면서 수복치과학에 있어서 하나의 새로운 시대를 열게 된 계기가 되었다. 그 후 다수의 연구자의 끊임없는 노력의 결과, 지금과 같이 신뢰성이 있는 접착이 치과치료 중에 뿌리를 내리게 되었다.

최초에는 치아의 에나멜질이나 상아질이 접착의 대상으로 생각되었지만, 최근에는 금속이나 기타 모든 재료에 접착하는 레진의 개발이 행해져, 인레

이, 온레이, 크라운, 버니어, 교정치료용 브라켓 등의 접착, 접착성 아말감 수복, 지각과민증 처치 등 그 응용은 다양하게 되었다.

법랑질에서는 인산을 이용하여 무기질을 탈회시켜 생긴 미세침외를 수복용 레진의 기계적인 결합에 이용하고 있다. 반면, 상아질은 살아있는 조직이기 때문에 접착되기에 법랑질에 비해 더 까다롭다. 상아질은 50%가 무기질이고, 30%는 주로 제 1형 콜라겐으로 이루어진 유기질이며, 20% 정도는 액체가 차지하고 있다. 상아질은 수분 함량이 높으며 많은 다공성 상아세관을 통해 용액이 지속적으로 수복재료 쪽으로 빠져나와 접착에 불리하다. 또한 열린 상아세관을 통하여 잔류 단량체나 산이 치수로 전달될 우려가 있다. 이런 이유로 상아질 접착제의 개발은 법랑질 접착제에 비해 늦어졌다.

그러나, 1978년 Fusayama등이 37% 인산으로 법랑질과 상아질을 동시에 에칭하여도 치수 자극 빈도는 더 늘어나지 않고 대신에 수복물의 유지가 더 향상됨을 보고하면서, 상아질 접착은 관심을 갖게 되었다. 그 후 Nakabayashi등이 에칭된 상아질을 친수성 레진이 침투해 들어가 레진함입 상아질로 구성된 혼성층(hybrid layer)을 형성함을 보고하였다. 그러나, 일본을 제외한 대부분의 국가들에서는 산부식이 치수에 대해 손상을 줄거라는 생각때문에 1990년대 초반이 되어서야 상아질 산부식이 인정받게 되었다.

II. 상아질 결합제의 요구사항

레진과 치아간의 성공적인 결합은 상아질 결합제가 다음의 성질을 만족할 때 이루어진다. 즉,

첫째, 접착면을 잘 적셔야 한다.

접착제는 상아질이나 법랑질 표면과 낮은 접착각을 이루어서 잘 적실 수 있어야 하며, 피착면은 깨끗한 상태이어야 큰 표면에너지가 가져 접착제에 의해 잘 적셔지게 된다.

둘째, 상아질 표면을 깊숙히 까지 침투하여 스며들어야 한다.

상아질액이나 수분을 대체하면서 산처리된 상아질

표면을 잘 스며들 수 있어서 상아질의 유기 또는 무기질과 결합되어야 하므로 친수성이어야 한다. 또한 소수성의 콤포지트 레진기질과도 결합하여야 하므로, 상아질 결합제는 분자내에 친수성 그룹과 소수성 그룹을 동시에 가지고 있어야 한다.

셋째, 화학적 결합이 가능해야 한다.

상아질의 무기성분에 이온결합을 통하여 화학적으로 결합되거나, 상아질의 유기성분에 공유결합을 통하여 화학적으로 결합하여야 한다.

넷째, 처리된 치아면과 기계적 결합을 하여야 한다. 산부식된 법랑질의 요철부위에 스며들고, 산에 의해 탈회된 상아질의 콜라겐 망 사이에 스며들어 경화됨으로써 기계적인 결합력을 제공해야 한다.

다섯째, 중합 수축력이나 저작력에 의한 응력에 저항할 수 있어야 한다.

수복물의 유지와 변연부의 접착이 구강내 사용에 지속적으로 유지되기 위해서는 상아질 결합제 자체가 강도를 가져야 하며, 응력을 흡수할 수 있으면 더욱 바람직하다.

이상의 요구사항을 만족한 상아질 결합제도 적절한 방법으로 사용되어야만이 성공적인 접착이 가능하게 된다.

III. 상아질 결합제의 기본 구성

치과용 콤포지트레진의 충전이나 레진시멘트의 사용에 있어 상아질 표면은 다음 세 단계의 처리가 되어져야 한다. 즉, 첫째, 상아질 조절제(dentin conditioner)에 의해 상아질 표면을 접착에 적합하게 만들어야 한다. 둘째, 상아질 컨디셔닝 후에는 상아질에 대해 우수한 적심도와 침투성을 가지며, 화학적 결합을 하고, 충분한 강도를 갖는 상아질 전처리제(dentin primer)로 처리하여 주어야 한다. 셋째, 그 후 본딩레진(bonding resin)을 처리해 준 후, 콤포지트레진으로 수복해 주면 기계적, 심미적, 생물학적으로 우수한 수복이 될 수 있다.

따라서, 기존 대부분의 3, 4세대 상아질 결합제 세트에는 상아질층의 도말층을 처리하는 어떤 종류의

상아질 조절제와 상아질 전처리제 및 본딩레진이 들어 있다.

IV. 상아질 표면과 그 처리

1. 도말층

도말층(smear layer)은 절삭된 상아질 표면에 비교적 약하게 달라붙어 있는, 와동형성시 생긴 상아질 찌꺼기와 변성된 콜라겐으로 구성된 점착제와 같은 형태를 하고 있는 1~4 μ m 두께의 비교적 얇은 막이다. 와동 형성후 치아면은 이러한 도말층에 의해 덮혀져 있어서 건전 상아질로의 상아질 결합체의 확산을 막고 상아세관으로 저점도의 레진이 침투하지 못하게 하여 상아질에 접착이 잘 안되게 한다. 도말층은 상아질에 강하게 접착되어 있지 않고, 그 자체의 강도도 약하므로, 그 위에 접착성 레진이 올려져 있는 것만으로는 단기적으로는 접착하여 있는 것처럼 보이지만, 건전상아질까지 레진이 확산하지 않으면, 곧 레진은 도말층으로부터 탈락하든지 미세누출이 일어나게 된다.

즉, 연삭된 상아질면에 달라붙어 있는 도말층은 상아질에의 접착에 대해서는 방해인자로서 도말층을 제거하거나 변형시키도록 권하고 있다.

2. 상아질 조절제

수복용 레진의 결합력을 증진시키기 위해 범랑질의 산부식법이 오래전부터 사용되어 왔다. 그러나, 상아질의 산부식은 상아세관을 통해 산이 치수에 전달되어 치수에 위해작용을 일으키며, 상아세관 내에 들어간 레진 태그는 압착력에 큰 영향을 미치지 못하기 때문에 그 사용이 억제되어야 한다는 주장이 있어 왔었다. 그러나, 치수자극은 산에 의한 것보다는 와동 형성시의 기계적 자극이나 부적절한 접착으로 인한 변연부의 미세누출에 더 원인이 있다고 밝혀지면서, 상아질 면을 상아질 결합체가 더 강고히 접착되기 좋은 조건을 만들어 주기 위해 저농도의

산으로 처리를 해 주어야 함이 인정을 받고 있다.

상아질 조절제(dentin conditioner)는 산 또는 킬레이트 화합물로 도말층을 제거해 깨끗하고, 부분적으로 탈회된 상아질 표면을 형성케 하기 위해 사용되어진다. 즉, 상아질의 산부식으로 구조적으로 약한 도말층이 제거되어 하방의 상아질 기질과 직접 결합할 수 있는 표면이 제공된다.

상아질의 산부식에는 10% 인산(phosphoric acid), 10% 구연산(citric acid)+3% 염화 제2철(ferric chloride)로 구성된 '10-3 처리액', 10%구연산+20%염화칼슘 수용액으로 구성된 '10-20 칼슘 컨디셔너', 10% 말레 산(maleic acid) 및 0.2% 에틸렌디아민 사초산(ethylenediamine tetraacetic acid, EDTA)을 사용하는 제품 등 각 제조사의 신념에 따라 다양한 산부식제가 사용되고 있다.

이러한 산부식제는 수산화인회석이 어느 정도의 비율과 깊이까지 탈회되는지, 콜라겐은 자신을 지탱하고 있는 수산화인회석을 잃어도 원래의 입체배치를 계속 유지하는지, 콜라겐이 에칭제에 의해 변성을 받지 않은지 등을 고려하여 개발되어진다.

3. 상아질 조절제 처리 후 상아질 전처리제 적용 전까지의 상아질 면의 이상적인 상태

도말층을 제거한 상아질에 레진을 접착하는데는, 부차적으로 생기는 탈회상아질의 성질이 접착을 좌우한다. 용해된 수산화인회석이 점유하는 공간은 콜라겐의 형상이 변화하지 않으면 물이 점유하고 있다. 이 공간에 접착제가 완전히 들어가 굳게 되면 접착은 비교적 용이하게 달성될 것이다.

산부식 후에는 상아질 표면을 충분히 세척하고 건조시켜 레진의 결합에 장애가 되지 않도록 하여야 한다. 건조가 끝나면 타액이나 물 등의 다른 오염원에 노출되지 않도록 한다.

상아질 조절제에 의해 상아질의 칼슘 성분이 녹아나고 콜라겐섬유가 노출되면, 노출된 콜라겐 사이사이에 레진이 완전히 침투하여 레진과 콜라겐이 완전히 혼성되어 있는 혼성층(hybrid layer)을 형성하

여야 한다. 이렇게 되기 위해서는 상아질 전처리제 그 자체가 물이 차지한 부분을 대체해 나가면서 컨디셔닝된 상아질 표면의 노출된 콜라겐 사이를 깊숙히까지 잘 침투할 수 있는 조성이어야 됨은 물론이고, 컨디셔닝된 상아질면 자체도 칼슘 성분이 녹아난 콜라겐이 수분에 의해 부풀려진 상태 그대로 유지되어야지 만일 건조되어 노출된 콜라겐이 주저앉게되면 치밀한 필름을 형성하여 상아질 전처리제가 잘 침투할 수 없기 때문에 완전한 혼성층의 형성을 기대할 수 없게 된다.

행해준다.

V. 상아질 전처리제

상아질 조절제에 의해 노출된 콜라겐층은 상아질 전처리제가 산에 의해 영향받지 않은 상아질 면까지 깊숙히 침투하여, 그 속에서 치질과 화학적 결합을 함과 동시에 경화되어 콜라겐-레진 혼성층을 형성하게 하고, 열린 상아세관을 완전히 밀폐시켜야 한다.

Shear Bond Strength (MPa) to Dentin Surface after Thermocycling between 5 and 55 C, 1,000 Times

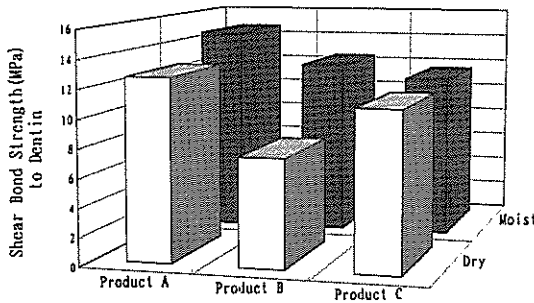


그림 1. 단일 용액형 접착시스템을 사용한 광중합 콤포짓트레진의 상아질에 대한 평균전단 결합강도(1,000회의 열순환 후)

그림 1에서 볼 수 있듯이 단일 용액형 상아질 결합제를 사용할 때, 상아질 조절제 처리 후 수세한 후 상아질 면의 습기를 유지시킨 군과 건조시킨 군으로 나누어 광중합 콤포짓트레진을 접착시킨 후, 5℃와 55℃사이를 1,000회 열순환시켜 측정된 평균전단 결합강도는 제품에 따라 정도는 다르지만 건조에 의해서 접착강도의 저하를 초래함을 알 수 있다.

따라서, 상아질 조절제 처리 후 수세를 완전히 하고 여분의 물은 제거하되, 상아질 표면이 습기를 충분히 함유하고 있어 눈으로 보기에 광택이 있을 정도로만 수분을 가볍게 제거해 준다. 이것은 에어쉬린지에서 나온 공기로 짧은 순간 가볍게 ‘팍’ 불든지 미니 스폰지나 코튼 펠렛으로 물을 빨아들이는 정도로만

1. 상아질 전처리제의 기본구조

상아질 전처리제(dentin primer)의 결합양상을 분류해 보면 상아질의 무기성분에 이온결합을 통하여 화학적으로 결합되거나, 상아질의 유기성분에 공유결합을 통하여 화학적으로 결합된다. 또는 저점도의 접착용 레진이 열린 상아세관으로 침투하여 상아질과 기계적으로 결합한다. 이외에도 약한 분자간 인력이 상아질 전처리제의 결합에 관여하고 있다. 아래에 상아질 전처리제의 모식도를 나타내었다. 이 모식도에서 메타크릴레이트 그룹 부분은 수복용 레진과 공중합을 이룬다. 스페이서(spacer)는 입체장애(stereoscopic interference)를 방지하는 역할을 한다. 즉, 메타크릴레이트 그룹이 수복용 레진과 결합할 수 있게 하기 위해 충분한 공간과 극성(polarity)을 제공한다. 기능 그룹(functional group) 부분은 상아질의 Ca⁺⁺나, 콜라겐의 NH₂, NH, OH⁻, CONH₂ 또는 COOH등과 결합한다.

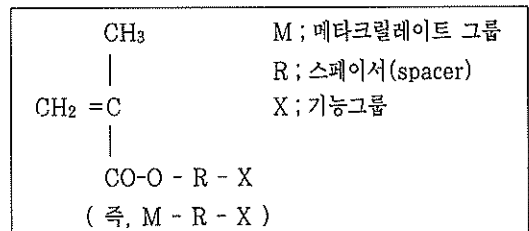
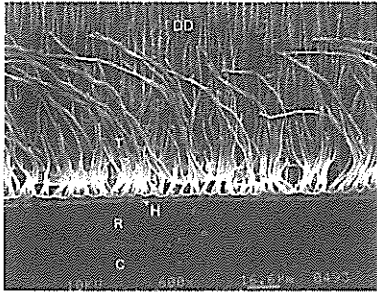
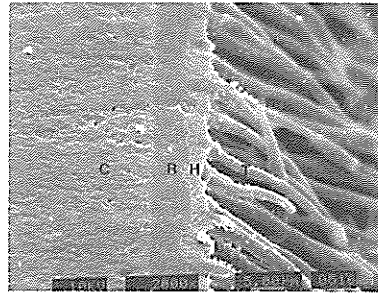


그림 2. 상아질 결합제의 기본구조



가



나

사진 1. 접착성 레진을 사용하여 콤포지트레진을 수복한 치아의 절단면;

가) 저배율, 나) 고배율 (H: Hybrid layer; R: Bonding resin; C: Composite resin; T: Resin tag; DD: Demineralized dentin).

2. 상아질 전처리제 사용에 의한 혼성층의 생성

위와 같은 다양한 조성을 갖는 여러 제품들이 상아질의 무기질 또는 유기질과 화학적 결합을 한다고 하지만, 그보다도 더 중요한 것은 상아질 결합제가 상아질 조절제에 의해 부분탈회된 상아질 면에 흘러 들어가 미세기계적 결합(micromechanical retention)을 하는 점일 것이다.

최근 시판되고 있는 많은 상아질 전처리제들은 친수성과 소수성 그룹을 갖고 있어 상아질 조절제에 의해 부분탈회된 상아질 면과 상아세관에 스며들어 그곳에서 중합됨으로써, 레진과 치질이 함께 섞여 보강하는 혼성층이 약 5 μ m의 두께로 형성된다. 즉, 상아질과 화학적 결합뿐만 아니라 미세기계적으로도 결합된다. 이러한 혼성층(hybrid layer, interdiffusion zone, interpenetration zone)을 수지함침상아질(樹脂含浸象牙質)이라고도 한다.

이 레진/콜라겐 혼성층이 형성됨으로써 상아질과 수복재료 사이의 미세누출이 방지되고, 물속에서 변성되지 않고, 산에 대해 높은 저항성을 가지며, 수복물 변연부에서의 미생물 및 여러 용액의 미세누출을 막아 이차우식, 상아질 지각과민증 및 치수의 염증반응을 줄일 수 있으며, 결합강도가 현저히 증가한다.

레진함량이 많은 수지함침 상아질을 만드는 것은 모노머를 가능한 많이 상아질 안에 스며들게 하지 않

으면 안된다. 따라서 상아질을 침투하기 쉽게 조절하여야 하며, 침투하기 쉬운 모노머를 선택할 필요가 있다. 또한, 침투된 모노머의 양과 그것을 어떻게 잘 중합시키는가도 접착강도와 그 안정성에 관계한다.

사진 1에서 보여주듯이 콤포지트레진 수복시 상아질 결합제를 사용함으로써 상아질과 레진 사이에 콜라겐이 레진에 의해 보강된 상아질층인 혼성층(H)과 상아세관 내 깊숙히 뻗은 레진태그(T)에 의해 콤포지트레진의 치아에 대한 접착이 향상됨을 예상할 수 있다. 상아질은 6N HCl로 30초간 탈회 후, 1% NaOCl로 10분간 콜라겐을 제거하였다. 콜라겐과 레진의 혼성층(H)은 HCl과 NaOCl처리에 의해 녹아나지 않고 그 높이가 그대로 유지하고 있다. 혼성층과 본딩레진(R) 사이는 틈이 없이 완전히 연결되고 있음이 보인다.

이와 같이 수복물의 상아질 결합에 중요한 혼성층이 잘 형성되기 위해서는 우선 상아질면을 적절하게 컨디션닝시켜야 한다. 콜라겐 섬유를 비롯한 상아질의 펩티드들이 상아질이 탈회될 때 변성(denaturation)되어서는 안된다. 고농도의 인산으로 상아질을 처리하면 콜라겐 섬유가 변성되어 상아질 내로 상아질 전처리제가 쉽게 침투하지 못하여 혼성층이 형성되지 않으며, 약한 상아질이 되어 결국 계면(interface)이 쉽게 파괴된다.

표 1. 단일 용액형 접착시스템과 각 제품의 구성성분

One-Step System(Bisco, U.S.A.)	
All-Etch	10% phosphoric acid(benzalkonium chloride함유)
One-step	BPDM, HEMA, Bis-GMA photo initiator(proprietary tertiary amine and CQ) acetone solvent
Tenure-Quik(Den-Mat, U.S.A.)	
Medium viscosity Etchant	37% phosphoric acid
Tenure Quik with Fluoride	PMDM, Si-Al-Ca-F glass, mixture of standard resins photo initiator(tertiary amine and CQ) acetone solvent
Prime & Bond 2.0(Dentsply/Detrey, Germany)	
Conditioner 36	36% phosphoric acid gel
Prime & Bond 2.0	elastomeric dimethacrylate resins PENTA photo initiators and stabilizers acetone solvent
Tokuso Mac-Bond System(Tokuyama, Japan)	
MB Conditioner	maleic acid and MAC-10 in alcohol/water solvent
Mac-Bond	MAC-10, Bis-GMA, TEGDMA, HEMA, microfiller photo initiator solvent

* MAC-10 = Tokuyama Soda의 11-methacryloxy-1,1-undecanedicarboxylic acid에 대한 상품명 (MAC-10은 친수성의 malonic acid(MA)와 소수성의 10-carbons alkyl chain(C-10)을 가지고 있다.)

BPDM = Bisphenyl dimethacrylate

PMDM = Pyromellitic dianhydride and 2-hydroxyethyl methacrylate

PENTA = Dentsply's brand name for dipentaerythritol penta-acrylate monophosphate

VI. 단일 용액형 상아질 결합제

둘 또는 그 이상의 구성요소로 이루어진 접착시스템(multiple component adhesive system)은 치료술식을 복잡하게 하고 시술시간이 길며, 그 사용의 성공여부는 술자의 재료 사용기술의 숙련도에 민감하게 된다. 최근 들어 이러한 점을 감안하여 상아질 조절제가 전처리제 역할까지 겸한 자가부식형 전처리제(self-etching primer)와, 전처리제와 본딩제의 역할을 단일용액(one bottle)의 접착제만을 사용하여 접착술식을 완료할 수 있는 새로운 접착 시스템이 개발되었다.

1. 단일 용액형 상아질 결합제의 등장

대부분의 3세대 및 4세대 치과용 접착시스템에서는 상아질 조절(dentin conditioning), 상아질 전처리(priming) 및 본딩제 처리(bonding)의 3단계 과정이 접착제의 사용시 필요하다. 하지만, 최근 5세대를 표방하는 제품들이 출시되었다. 이들은 프라이밍 과정과 본딩제 처리과정을 1단계 과정으로 완결하는 것이다.

현재 국내외에서 시판되고 있는 단일용액형 접착시스템으로는 One-Step(Bisco, U.S.A.), Tenure Quik(Den-Mat, U.S.A.), Prime & Bond 2.0 (Dentsply/Detrey,

표 2. 단일 용액형 접착시스템의 술식

One-Step		Tenure Quik		Prime & Bond 2.0		Mac-Bond	
에칭	15 초	에칭	15 초	에칭	20 초	에칭	20 - 30 초
완전한 수세	15 초	완전한 수세	15 초	완전한 수세	15 초	가벼운 수세	3 - 5 초
가볍게 건조	1-2 초	가볍게 건조	1-2 초	가볍게 건조	1-2 초	가볍게 건조	1 - 2 초
접착제를 2회 연속적으로 반복도포		접착제를 3회 연속적으로 반복도포		충분한 양의 접착제를 묻혀도포		충분한 양의 접착제를 묻혀 도포	
		치아에 스며들도록 기다림		치아에 스며들도록 기다림			
			15 초		30 초		
용매의 건조	10 초	용매의 건조	10 초	용매의 건조	5 초	용매의 건조	5 초
광중합	10 초	광중합	15 초	광중합	10 초	광중합	10 초
붓끝에 남은 레진을 바름		붓끝에 남은 레진을 바름		제차 접착제를 도포	10 초		
가볍게 건조	5 초	가볍게 건조	1-2 초	용매의 재건조	5 초		
				광중합	10 초		
Bisco Inc., U.S.A.		Den-Mat Co., U.S.A.		Dentsply, Germany		Tokuyama Soda Co., Japan	

Germany) 및 Mac-Bond System (Tokuyama, Japan) 이 있다. 각 제품의 성분을 표 1에, 사용술식을 표 2에, 그리고 각 제품에 따라 소요되는 시술시간을 그림 3에 정리하여 간략히 소개하고자 한다.

단일 용액형 접착시스템은 기존의 복수 용액형의 전처리제보다 레진모노머의 함량을 증가시켜 본딩 레진의 역할을 할 수 있게 하였고, 더불어 HEMA와 같은 친수성 희석모노머와 아세톤 용매를 사용하여 (Mac-Bond는 알코올/물 용매 사용) 높아진 레진함량에도 불구하고 탈회된 상아질의 콜라겐 망을 저부까지 잘 침투하여 혼성층을 이룰 수 있다.

복수 용액형 접착시스템인 All-Bond 2는 3개의 용액병(Primer A, Primer B, D/E Bonding Resin)이 사용되지만, 동일 회사의 단일 용액형 접착시스템인 One-Step에서는 1개의 용액병 만이 필요하다. 복수 용액형 Tenure에서도 3개이던 용액병이 단일 용액형 Tenure-Quik에서는 1개의 용액병만 필요하게 되었다. 마찬가지로 Prime & Bond 2.0에서도 상아질 조절제인 Conditioner 36과 Prime & Bond 2.0 만, Mac-Bond System에서는 MB conditioner와 Mac-Bond가 들어 있다.

또한, 단일 용액형으로 만들어도 저장기간 동안 재료가 변질되지 않도록 각자 독특한 모노머와 광중

합촉매의 조성을 가지고 있다. 예로서 One-Step에서는 All-Bond 2의 Primer B와 D/E Bond를 한병에 섞어 놓은 것과 같은 단일 용액형의 접착시스템을 사용하고 있다. 하지만 이때 단순히 Primer B와 D/E Bond를 섞어만 가지고는 수주 또는 수개월의 보관시간이 지남에 따라 단량체의 산성부분과 광중합을 위해 첨가된 3차아민이 산-염기반응을 하여, 아민이 소모됨에 따라 실제 사용시 광중합이 완전하지 못하게 된다. 따라서, One-Step에는 광중합을 위한 아민으로서 보관동안에도 변성되지 않는 아민을 사용하고 있다.

Tenure Quik은 접착성 모노머로서 PMDM을 사용하며, 불소를 유리하는 글라스필러를 함유한다. Prime & Bond 2.0은 접착성 모노머로서 PENTA를 사용하며, 분자내 탄성을 갖는 레진모노머(elastomeric monomer)가 추가되어서 중합수축이나 저작력에 의한 스트레스에 저항력을 더욱 증진시킬 수 있게 만들어진 것이다.

다른 세 시스템에서는 프라이밍-본딩과정을 동시에 하는 반면에, Mac-Bond는 저농도 말레 산(maleic acid)에 의한 산부식과 Mac-10성분에 의한 프라이밍 효과를 동시에 기대할 수 있는 자가부식형 전처리제(self-etching primer)를 사용하여 에칭-프라이밍 과정을 동시에 하며, 본딩레진 내에는 프라

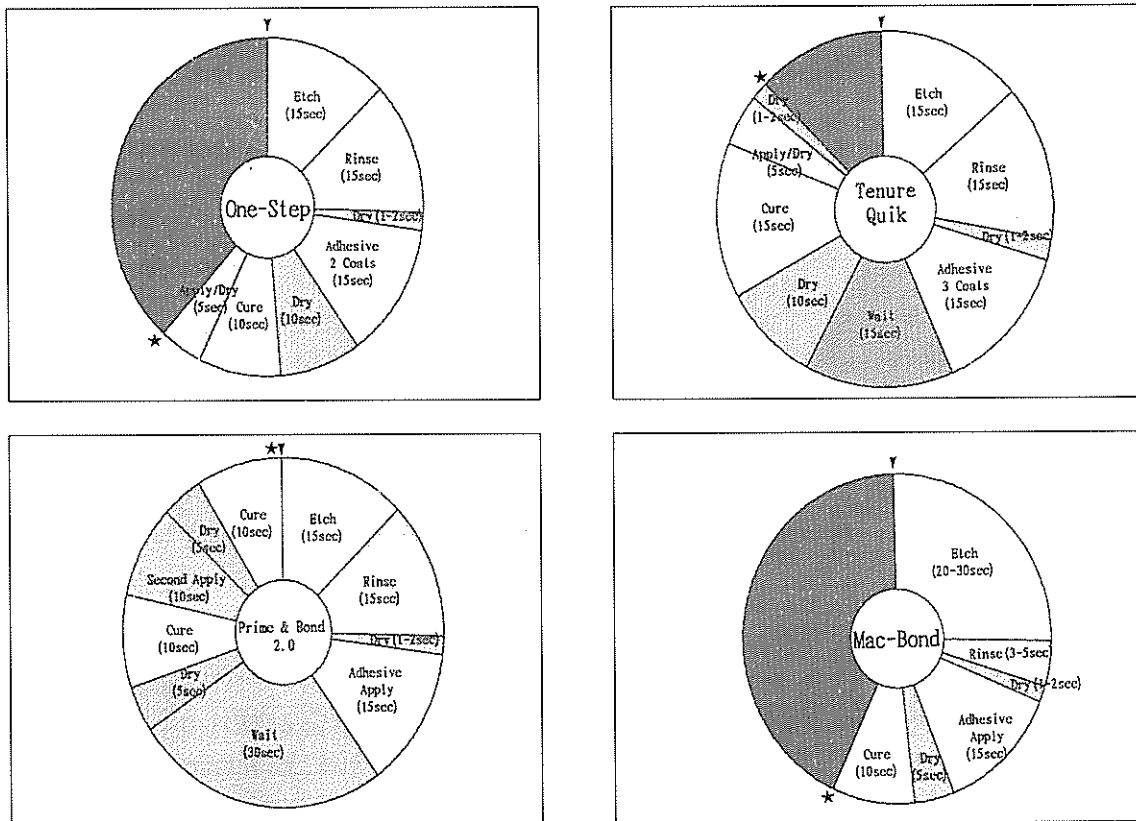


그림 3. 단일 용액형 접착시스템의 사용술식 순서와 소요시간(▽ 접착시술 시작, ★ 접착시술 종료)

이밍 성분인 Mac-10이 함유되어 있다.

2. 단일 용액형 상아질 결합제의 사용술식

산처리된 상아질의 노출된 콜라겐 망을 저부까지 접착성 레진이 스며들고, 산소에 의해 중합을 방해 받은 미반응 층이 표면에 일부 남게 함으로써 상부의 레진과 결합될 수 있도록 하기 위하여, All-Bond 2의 경우에는 프라이머를 5~6회 반복 도포할 것이 권장되었으나, 단일용액형 접착시스템인 One-Step의 경우에는 2회 반복 도포할 것을 권장하고 있다. 이는 One-Step의 용액내 레진함량비가 All-Bond 2의 약 3배에 이르기 때문에 2회 도포로도 충분한 두께의 레진층이 생겨 산소의 방해에 의해 불완전 중합된 상부의 레진이 콤포지트레진과 결합될 수 있으

며, 아세톤 용매를 사용하기 때문에 컨디셔닝된 상아질 표면과 상아세관 내 깊숙히까지 침투해 들어갈 수 있기 때문이다. 여기서 우리는 3세대나 4세대 접착제의 프라이머와 본딩레진의 역할을 단일 용액형 접착성 레진의 사용으로 완성됨을 알 수 있다.

이 과정에서 주의할 점은 어느 제품을 사용하더라도 상아질 결합제 처리 후 레진이 스며들고 난 후에도, 그 표면은 콤포지트 레진과 반응할 수 있는 레진이 남아 있어서 표면의 레진용액에 의한 광택이 있는 상태를 만들어 주어야 한다는 점이다.

상아질 결합제 처리 후 레진이 완전히 경화되고 술후 지각과민이 초래되는 것을 예방할 수 있도록 하기 위하여 상아질 결합제에 함유된 용매를 완전히 건조시켜야 한다.

이때, 압축공기를 사용하여 건조시킬 때 처음부터

지나치게 세계 불면, 경화전의 표면 레진이 압축공기에 의해 밀려서 균일한 레진막이 이루어지지 않을 수 있으며, 두께가 얇아져서 산소의 중합방해에 의해 경화가 완전히 이루어지지 않기 때문에, 처음에는 에어 쉬린지를 접착면으로부터 약간 떨어져서 약하게 공기를 불어 용매를 충분히 날려버린 다음, 비로소 세계 불어 완전히 용매를 건조시킨다.

Mac-Bond는 MB conditioner 그 자체가 치질과의 접착력을 높이는 프라이머 역할을 하기 때문에 상아질 표면에 처리한 후 수세를 3~5초간만 하여야 높은 접착력을 얻을 수 있다.

접착성 레진의 건조가 끝나면 콤포짓트 레진을 축성하기 전에 광중합을 시켜주어서, 콤포짓트 레진에 의해 광선이 도달하지 못하여 혼성층의 중합이 불완전하게 되는 것을 방지하고 콤포짓트 레진의 중합수축력에 견딜 수 있는 강도를 갖게 한다.

One-Step과 Tenure Quik에서는 일차로 도포한 접착제는 완전히 광중합시키며, 그 후에 붓끝에 남은 접착제를 도포해 준 후 광중합하지 않은 상태로 콤포짓트 레진을 축성하고 함께 중합시켜서 접착성 레진과 콤포짓트 레진의 결합이 완벽히 이루어질 수 있게 권장하고 있다.

그림 3에서 볼 수 있듯이 단일용액형 접착시스템도 제품에 따라서 그 복잡성과 소요시간에 차이가 있다.

VII. 맺 음 말

이상에서 상아질 결합제의 접착 개념을 짧게나마 설명하였고, 새로 개발된 단일용액형 접착시스템의 구성과 사용방법에 대해 알아보았다.

사용방법의 단순화는 재료의 사용시 술자의 사용 부적절성에 따른 접착의 실패 빈도를 줄일 수 있고, 술자의 재료 사용시 번거로움 배제와 시술시간 절약에 따른 환자의 편의성이 증진되기 때문에, 접착치학에 있어 단일용액형 접착시스템은 더욱 개발되어 용이하고 성공적으로 사용될 것으로 전망된다.

앞으로 계속 개발되는 상아질 결합제를 선택하고 사

용함에 있어서, 앞에 기술한 내용을 참고로 신제품을 비교하여서 새로운 접착시스템의 변화된 점을 생각한다면, 그 재료의 사용에 성공적으로 대처할 수 있을 것이다. 또한, 임상가들은 보다 심미적이고 보존적인 치료를 해주기 위해서는 최신 접착치학 분야의 연구보고를 항상 관심을 가지고 검토하여서, 자신의 치료술식을 지속적으로 개선해 나가야 할 것이다.

참고문헌

1. Bowen R.L. and Marjenhoff W.A. : Development of an adhesive system for bonding to hard tooth tissues, *J. of Esthet. Dent.*, 3(3) : 86-90, 1991.
2. Fitchie J.G., Puckett A.D., Hembree J.H. and Williams M. : Evaluation of a new dentinal bonding system, *Quintessence Int.*, 24(1) : 65-70, 1993.
3. Inokoshi S., Hosoda H., Harnirattisai C. and Shimada Y. : Interfacial structure between dentin and seven dentin bonding systems revealed using argon ion beam etching, *Oper. Dent.*, 18 : 8-16, 1993.
4. Kubo S., Finger W.J., Muller M. and Podszun W. : Principles and mechanisms of bonding with dentin adhesive materials, *J. Esthet. Dent.*, 3(2) : 62-69, 1991.
5. Meerbeek B.V., Dhém A., Goret-Nicaise M., Braem M., Lambrechts P. and Vanherle G. : Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone, *J. Dent. Res.*, 72(2) : 495-501, 1993.
6. Nakabayashi N., Ashizawa M. and Nakamura M. : Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo : Durable bonding to vital dentin, *Quintessence International*, 23(2) : 135-141, 1992.
7. Pagliarini A., Rubini R., Rea M., Campese C., and Grandini R. : Effectiveness of the current enamel-dentin adhesives : A new methodology for its evaluation, *Quintessence Inter.*, 27(4) : 265-270, 1996.
8. Pashley D.H. : Dentin Bonding : Overview of the substrate with respect to adhesive materials, *J. Esthet. Dent.*, 3(2) : 46-50, 1991.
9. Paul S.J. and Scharer P. : Factors in dentin bonding. Part I & Part II : A review of the morphology and physiology of human dentin, *J. Esthet. Dent.*, 1(1) : 5-9, 1993.
10. Suh B.I. : All-Bond - fourth generation dentin bonding system, *J. Esthet. Dent.*, 3(4) : 139-147, 1991.
11. Triolo P.T. Jr. and Swift E.J. Jr. : Shear bond strengths of ten dentin adhesive systems, *Dent. Mater.*, 8 : 370-374, 1992.