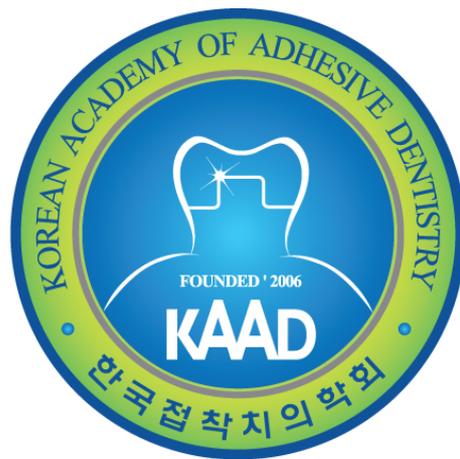


2014년도 제1호

한국접착치의학회지

Korean Academy of Adhesive Dentistry



한국접착치의학회

상아질 접착제의 새로운 패러다임

: Universal Adhesive

김덕수

경희대학교 치의학전문대학원 치과보존학 교실

Dr. Buonocore에 의해 접착치과학이 소개된 이래로 상아질 접착제는 지속적으로 발전하여 현재에는 수복치과학의 대부분을 차지할 정도로 그 비중이 커졌습니다. 이번 글에서는 이러한 상아질 접착제가 어디까지 발전해왔는지를 살펴보고 가장 최근에 출시된 Universal adhesive에 대하여 자세하게 알아보려고 합니다.

과거 상아질 접착제는 적용단계에 따라 분류되어 왔습니다. Etching, priming, bonding을 개별적으로 시행하는 전통적인 3단계 접착제를 필두로 2단계 접착제 (Total-etch 및 Self-etch), 그리고 모든 적용과정이 하나로 통합된 1단계 접착제 (Self-etch), 그리고 가장 최근에는 접착제의 기능이 포함된 flowable type의 Self-adhering composite까지 소개되었습니다. 이러한 접착제의 특징을 간단히 살펴보도록 하겠습니다.

1. 3단계 Total-etch 상아질 접착제

Etching, priming, bonding의 3단계 적용과정을 거치며, 최상의 결합력과 내구성을 보여줍니다. 하지만 적용과정이 번거로운 단점이 있으며, wet-bonding에 대한 technique sensitivity 또한 존재한다. Wet bonding은 dentin etching 후 상아질의 습윤도를 유지하여 (완전건조를 막는) 친수성의 primer가 잘 침투할 수 있도록 collagen network의 형태를 보존해야 한다는 개념입니다.

2. 2단계 Total-etch 상아질 접착제

Priming과 bonding 과정을 하나로 합친 제품으로 3단계 상아질 접착제만큼은 아니지만 안정된 결합력과 내구성을 보입니다. 하지만 wet-bonding에 대한 technique sensitivity는 여전히 존재하며, 일부 pH가 낮은 제품의 경우 dual-cure composite과의 부적합성을 보일 수 있습니다. 이러한 부적합성은 상아질 접착제의 acidic monomer와 dual-cure composite에 있는 self-cure 성분(tertiary amine)의 선 반응에 의한 것으로 상아질 접착제와 dual-cure composite 사이에서 중합률이 감소하게 됩니다. 이는 결합력의 감소 및 술후 과민감의 증가 등 임상적으로 부적절한 결과를 야기할 수 있습니다.

3. 2단계 Self-etch 상아질 접착제

Total-etch 상아질 접착제에서 나타나는 technique sensitivity를 감소시키기 위한 제품으로 smear layer를 제거하지 않고 변형시켜서 접착에 유리한 형태를 만들기 때문에 사용이 편리합니다. 친수성의 self-etching primer 적용 후 소수성의 bonding resin이 적용되는 형태의 제품이며, 안정적인 결합력과 내구성을 보입니다. 하지만, 법랑질에 대한 산부식 효과가 충분하지 않기 때문에 선택적 산부식(Selective enamel etching)이 추천됩니다. 일부 제품의 경우 접착층이 두꺼워져서 간접수복물의 합착시 ill-fitting을 보이는 경우가 있습니다.

4. 1단계 Self-etch 상아질 접착제

3단계의 적용과정이 1단계로 줄어든 제품입니다. 임상가를 위하여 편의성은 극대화되었지만, 결합력과 내구성이 낮아 안정적이지 못합니다. 그 이유는 다양한 성분들(친수성의 self-etch primer와 bonding resin 등등)이 하나로 합쳐져 있기 때문입니다. 또한 장기간 보관 시 제품의 성분이 변질될 우려가 존재합니다.

이렇게 다양하게 발전된 제품들은 그 특성에 맞추어 아직도 활발하게 사용되고 있습니다. 제품에 따른 장단점이 명확하기 때문에, 임상가들은 상황에 맞는 접착제들을 사용하는 것이 좋습니다. 이러한 일련의 상아질 접착제의 변화들을 보면, 이러한 변화의 목적이 임상가들의 편의성 증진에 초점을 맞추고 있다는 것을 알 수 있습니다. 하지만, 편의성이 개선되는 만큼 상아질 접착제의 성능이 어느 정도 감소한다는 것을 주지해야 할 것입니다.

최근 몇 년 사이에 Universal adhesive (범용접착제) 라는 제품들이 출시되고 있습니다. 이러한 제품들의 가장 큰 특징은 하나의 제품으로 total-etch와 self-etch가 모두 가능하며, 모든 접착 술식에 사용할 수 있다는 점입니다. 이러한 제품군들은 2단계 total-etch 상아질 접착제와 1단계 self-etch 상아질 접착제의 장점을 합쳐놓은 것입니다. 그렇다면 이러한 것들이 하나의 제품으로 가능한지에 대해 살펴보도록 하겠습니다.

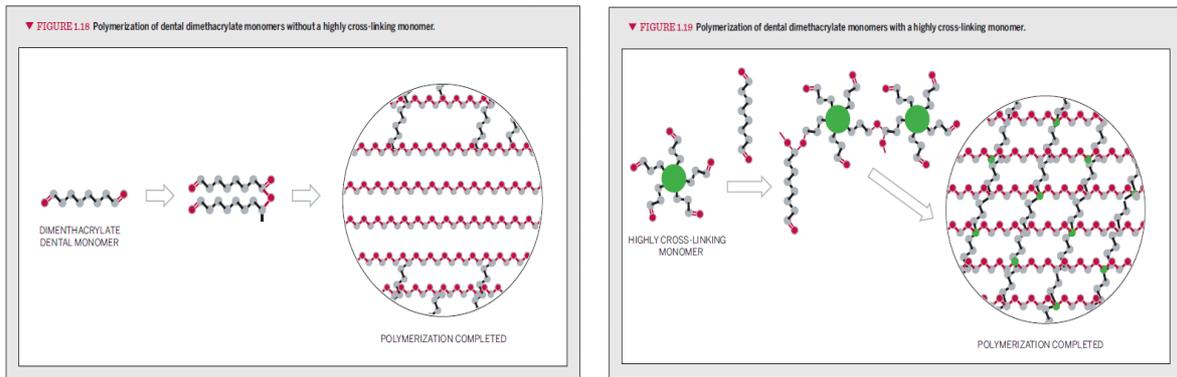
1. Self-etch functional monomer의 함유

기존의 total-etch가 가능한 상태에서, self-etch가 가능한 functional monomer를 첨가시킨

것이 이러한 제품들의 특징이다. 현재 출시된 universal adhesive에는 self-etch ability를 위해 10-MDP라는 functional monomer가 포함되어 있다.

2. 이상적인 One-layer의 형성

상아질 접착제의 이상적인 성질은 중합 전 적절한 교원질로의 침투를 위해 친수성을 띄고, 중합 후에는 소수성을 띄어 투과성을 보이지 않는 것입니다. 이것은 기존에 사용되지 않던 highly crosslinking monomer에 의한 것으로, 중합 후 보다 치밀한 결합을 이루는 것으로 알려져 있습니다.



(서병인, 접착치의학의 이해)

위의 두 그림은 highly crosslinking monomer의 효과를 나타낸 것으로 이러한 성분을 사용할 경우 선상으로 형성되던 polymer network가 (좌측) 서로 교차결합 하는 (우측) 형태로 바뀌어 보다 안정적인 접착층을 형성되는 것이다.

3. Dual-cure composite과의 적합성

상아질 접착제의 산성도가 높을수록 (pH가 낮을수록) dual-cure composite과의 적합성은 떨어지게 된다. 이는 self-cure를 위한 catalyst인 tertiary amine과 acidic monomer가 먼저 반응하여 상아질 접착제의 중합률을 감소시키기 때문이며, Universal adhesive는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 접착제 자체의 산성도를 낮게 (pH를 높게) 제작하였다.

이상과 같은 특징들을 가진 Universal adhesive는 새로운 가능성을 보이며 주목 받고 있다. 이에 저자는 Universal adhesive의 결합력을 기존의 제품들과 비교하는 실험을 해 보았으며, 그 결과는 다음과 같다.

| Adhesive | Microtensile bond strength |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Optibond FL (TE control) | 25.49±9.28 |
| All Bond Universal (TE) | 40.29±13.51 |
| Single Bond Universal (TE) | 45.13±15.15 |
| Prime & Bond Elect (TE) | 42.80±10.86 |
| Clearfil SE-Bond (SE control) | 40.61±9.10 |
| All Bond Universal (SE) | 39.82±9.78 |
| Single Bond Universal (SE) | 26.23±13.39 |
| Prime & Bond Elect (SE) | 29.95±11.17 |

대조군으로 사용된 기존의 3단계 및 2단계 상아질 접착제들과 비교해볼 때 결합강도는 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 내구성에 대한 검증이 필요하긴 하지만, 초기 결합강도는 상당히 안정적인 것으로 보인다. 임상가들의 편의성이 더욱 개선될 수 있는 점을 감안할 때, 상당히 가능성이 있는 제품들이라고 할 수 있겠다.

Diastema closure의 다양한 임상 접근

정경화, 박정길
부산대학교 치의학전문대학원 치과보존학 교실

전치부의 치간 공극, 특히 상악 중절치 사이의 치간 이개를 주소로 치과 보존과를 찾는 환자가 의외로 많다. 문헌에 따르면, 인종과 연령에 따라 상이하기는 하지만 상악에 발생하는 정중이개의 빈도가 14.8% 정도에 달한다고 한다¹⁾. 대중에 잘 알려진 유명 인사들 중에도 정중이개를 가진 사람들이 종종 있으며 이를 해결하지 않고 살아가는 사람들도 있긴 하지만 이 공극이 보기 싫어 활짝 웃지 못하거나 심지어 매일 솜이나 왁스를 공간 안에 넣어 감추려고 하는 사람도 있다²⁾. 더군다나 우리나라에서는 예부터 전해오는 말로 벌어진 앞니 사이로 복이 나간다고 하는 말도 있기 때문에 이 틈을 메우고 싶어 치과를 찾는 사람들이 많은 편이다. 적절한 치과 치료를 통해 환자들에게 이 공극을 해소시켜 줌으로써 이들은 아름다운 미소 회복 뿐 아니라 자존감 향상, 발음 교정 등의 이득을 얻을 수 있다.

치간 공극을 해소하는 방법에는 잘 알려져 있듯이 교정적인 방법, 보철적인 방법 등도 있지만 본 지면에서는 복합 레진을 사용하여 공극을 폐쇄하는 좀 더 보존적인 수복 방법에 대해서 알아보려고 한다.

일반적으로는 치간 공극의 수복을 전치부의 4급 레진 수복과 같이 투명한 mylar strip을 이용하여 치아의 한 면에 복합레진을 충전한 후 나머지 한 면에 대해서도 같은 방식으로 충전하는 방법(Fig. 1)을 사용하는 경우가 대부분이다.

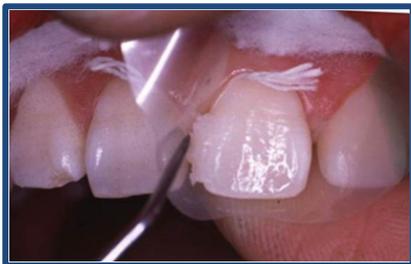


Figure 1. Polyvinyl strip을 이용한 일반적인 diastema closure

하지만, 이 방법을 사용하게 되면 최종적으로 얻고자하는 적절한 형태의 수복물을 형성하는데 까지 걸리는 시간이 너무 길고 또한 치경부의 적절한 형태를 얻어내기도 힘들다. 복합레진을 이용한 치간 공극, 특히 정중이개의 치료에서 치과의사가 만나게 되는 하나의 큰 난관은 공간을 어떻게 적절하게 배분하여 채워 넣을까하는 것이다. 이

고민을 해결하기 위해 추천할 수 있는 첫 번째 수복 방법이 바로 lingual matrix를 이용하는 방법(Fig. 2)이다. 이 방법을 사용하면 진료실에서 소요되는 시간을 줄여서 이상적인 치아 형태를 쉽고 빠르게 형성할 수 있을 뿐 아니라 matrix가 타액을 국소적으로 조절해주는 역할도 해 줄 수 있다.



Figure 2. Lingual matrix를 이용한 diastema closure

- A) 시술 전 상태
- B) 왁스를 이용하여 진단 모형 상에서 이상적인 형태를 재현한다.
- C) 그 후 putty로 lingual matrix를 제작한다.
- D) 치아의 접촉부위의 matrix에 칼집을 낸 후 수복하고자 하는 치아에 matrix를 잘 위치시키고 칼집을 내놨던 그 틈에 mylar strip을 고정한다.
- E) Strip으로 나뉜 공간에 복합 레진을 채워 넣어 설측 부위를 수복한다.
- F) 이렇게 하면 원래 얻고자 했던 형태대로 공간이 분배된 형태로 설측의 틀이 형성되게 되므로 이 틀에 맞춰 협측 부위를 차례대로 수복하면 된다.

Lingual matrix를 이용하여 빠르고 쉽게 적절한 형태를 가지는 치아를 형성해주었다 하더라도 복합레진을 이용한 정중이개의 치료를 시행하는 술자가 자주 겪게 되는 시술상의 어려움은 또 있다. 그것이 바로 치경부에서 치실이 자연스럽게 통과할 수 있는 이상적인 치경부측 변연을 형성(Fig. 3)하는 일이다²⁾.

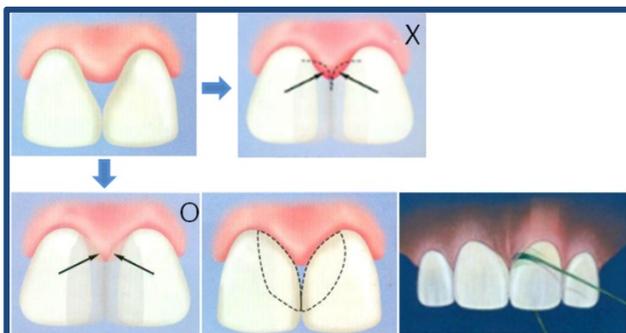


Figure 3. 이상적인 cervical line의 형성
(출처: Esthetics in dentistry. 2nd ed2.)

이를 위해서는 치경부측에서부터 접촉부까지 자연스럽게 이어지도록 복합레진을 접착해야 하는데, 좀 더 쉽고 빠르게 치경부 부위에 적절한 emergency profile을 형성하기 위해 소개된 방법들이 있다. 그 중 하나는 polyvinyl strip과 레진계 임시 충전재를 이용하는 방법(Fig. 4)이다³⁾.

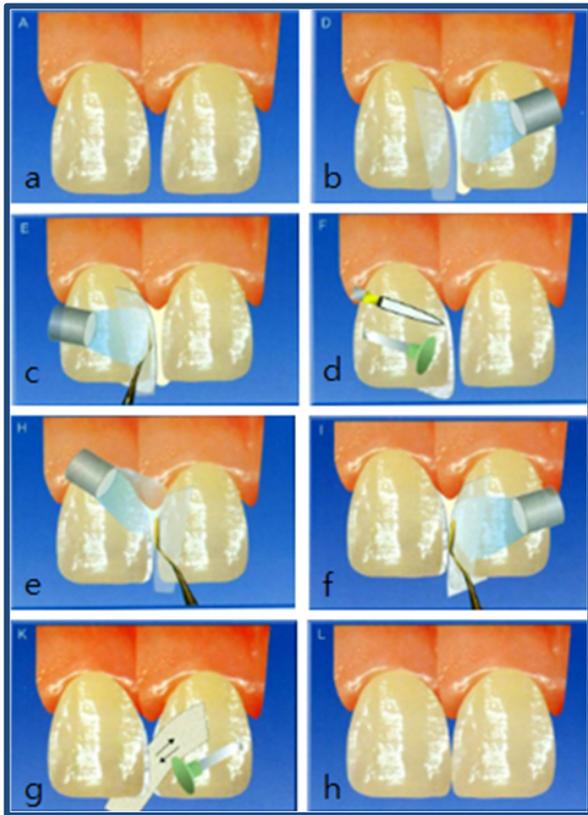


Figure 4. Polyvinyl strip과 레진계 임시 충전재를 이용하는 diastema closure
(출처: 접착과 심미수복의 임상³⁾)

- A) 시술 전 사진.
- B) 산부식을 시행하지 않은 상태에서 #11 치아의 근심부에 strip을 위치시키고 이 strip과 #21 사이 공간을 레진계 임시 수복재로 채운다. 얇은 레진기구를 이용하여 임시 수복재를 #21 치아 방향으로 조금씩 밀어 적절한 공간을 만든 후에 임시 수복재를 광중합한다.
- C) #11의 근심면에 산부식과 접착제를 도포한 후 B) 과정으로 형성된 공간에 복합레진을 채우고 다듬은 후 광중합한다.
- D) Strip과 임시수복재를 제거한 후 정리 및 연마를 시행한다.
- E) #21 치아의 복합레진 수복을 위해 #21의 근심면에 strip을 위치시키고 strip과 #11의 근심면 사이에 임시수복재를 채운다. 임시수복재를 다듬어(접촉점 하방까지) 적절한 형태가 되면 광중합한다.
- F) #21의 근심면에 산부식과 접착제를 도포한 후 #11 치아와 동일한 방법으로 복합레진을 채워 광중합한다.

- G) 그 후 정리 및 연마를 시행한다.
- H) 완성

치경부 부위를 적절하게 형성시켜줄 수 있는 또 하나의 방법(Fig. 5)이 있다⁴⁾. 이 방법에서는 cotton ball을 사용하여 치은 열구를 이개시켜 생긴 공간에 좁게 자른 strip을 위치시키는 방법으로 치경부를 형성한다.

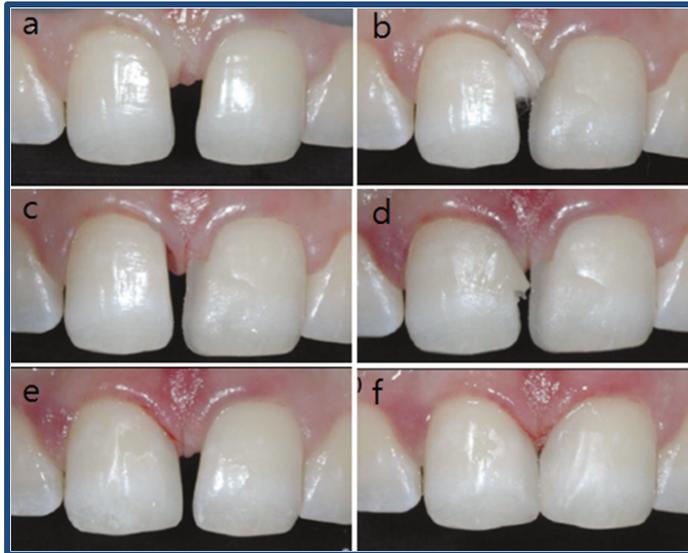


Figure 5. Cotton ball과 좁게 자른 strip을 이용한 diastema closure
(Diastema closure with direct composite: architectural gingival contouring. J Kor Acad Cons Dent 2011;36(6):515-5204.)

- A) 시술 전 상태
- B) 마취된 #11 치아의 근심측 치은 열구에 좁게(치은열구에서 밖으로 1mm 정도 나오도록) 자른 strip을 완전히 밀어 넣는다. 그 후 치아와 strip 사이에 작은 cotton ball을 부드럽게 넣고 5분간 유지시킨다.
- C) Cotton ball을 제거해보면 cotton ball이 있던 자리에 적절한 contour를 가진 공간이 형성되어 있음을 확인할 수 있다.
- D) 좁게 자른 strip을 다시 위치시키고 #11 치아의 근심면에 산부식과 접착제를 도포한다. 치아와 strip 사이 공간에 복합레진을 채워 넣고 적절한 외형을 형성한 후 광중합한다.
- E) 형성한 치경부 형태에 준해서 나머지 부위를 복합레진으로 충전하고, finishing & polishing을 시행한다.
- F) #21의 근심면에 대해서도 같은 과정을 시행하고 finishing & polishing한다.

치경부를 적절하게 형성하기 위한 마지막 방법은 strip을 수직으로 세워 적용하는 방법(Fig. 6)이다. Mylar strip을 잘라 약간의 곡선을 부여한 후 보통 적용하는 수평 방향이 아닌 90도로 돌린 수직 방향으로 치경부측에 적용하면 사진과 같이 적절한 치경부 공간이 자연스럽게 마련된다. 이렇게 만들어진 공간으로 앞서 설명한 방법과 같이 복합레진을 채우면서 수복 술식을 진행한다.



Figure 6. 수직으로 적용하는 polyvinyl strip을 이용한 diastema closure

이러한 방법들을 통해서 overhanging 없는 적절한 치경부측 변연을 가지는 복합레진 충전을 시행할 수 있었으며, 이것은 과충전 된 치경부측의 레진을 정리하고 연마하는데 소요되는 시간을 단축시켜 줄 뿐 아니라 이 과정으로 인해 발생할 수 있는 불필요한 치간 유두의 손상도 방지하여 black triangle이 과도하게 확대되는 것을 막아 줄 수도 있을 것이다.

하지만, 남아있는 또 하나의 문제가 있다. 대부분의 치간 공극은 폐쇄되었겠지만 아직도 남아있는 black triangle에 대해 환자가 실망할 수도 있다. 심한 black triangle은 수술적 방법이나 creeping(임시수복물을 이용하여 치간부 조직을 조금씩 밀어주어 치간유두가 회복되도록 하는 방법)을 이용하여 해소해 줄 수도 있겠지만, 이개부가 좁았을 경우에는 수복 후 서서히 자연스럽게 회복이 되기도 한다. 1992년 치간 유두의 재생과 관련한 Tarnow의 연구에 의하면, 치아의 접촉점과 치조정 사이의 거리가 치간 유두의 재생 유무에 영향을 준다고 하였고, 연구 결과 이 거리가 5mm 이하일 때 대부분(98% 이상)의 치간 유두가 재생되었다5). 따라서, 처음부터 치경부의 black triangle을 무리하게 모두 폐쇄해 줄 것이 아니라 새롭게 형성된 치아의 접촉점에 의해 치간 유두가 차차 회복되기를 기다려보는 것이 더 좋을 수 있다.

다음은 시술 당일 남아있던 black triangle이 3개월의 추적 검사 시 사라진 것을 확인할 수 있었던 증례(Fig. 7)이다.



Figure 7. Diastema closure 후 black triangle이 자연스럽게 닫힌 증례

- A) 초진
- B) 수복 직후
- C) 수복 3개월 후

복합레진을 이용한 직접적인 수복 방법은 변연 변색의 가능성과 심미적인 유지 기간에 한계가 있다는 단점을 가지기는 하지만 주기적인 검진을 통해 변색 부위의 연마와 수리 등을 거친다면 이 단점들을 극복할 수 있을 것이다. 또한 애플 먹이는 치경부 부위의 복합레진 충전물 위에서 설명한 방법들을 이용해서 시행한다면 좀 더 나은 치경부의 외형을 얻을 수 있을 뿐 아니라 시술 시간을 많이 단축시키고 치은 손상의 가능성을 줄여 더 나은 결과를 가져다 줄 수도 있을 것이다.

Reference

- 1) Kiran Koora, M S Muthu, Prabhu V Rathna. Spontaneous closure of midline diastema following frenectomy. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 2007;25:23-6(s).
- 2) Ronald E. Goldstein, D.D.S. *Esthetics in dentistry*. 허성주, 백승호, 김태우, 장기택, 조리라. 2nd ed. 신흥인터내셔널. 2003. Chapter 29, 정중이개의 수복치료; p703,705,712,718.
- 3) 최경규. 꼭 알아야할 접착과 심미수복의 임상. 명문출판사. 2009. Chapter 7, 치간이개의 수복; p276-278.
- 4) Yeon-Hwa Kim, Youn-Bum Cho. Diastema closure with direct composite: architectural gingival contouring. *J Kor Acad Cons Dent* 2011;36(6):515-520.
- 5) Tarnow D, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of interproximal dental papilla. *J Periodontol*. 1992;63(12):995-6.

성공적인 치경부 복합레진 수복에 대하여

김규리, 김진영, 서덕규
서울대학교 치의학대학원 치과보존학교실, 치학연구소

1. 비우식성 치경부 병소의 원인

구강 세균에 의해 발생하는 치아 우식증과는 달리 법랑-백악질 치경부 경계 부위에서의 치아 경조직 손실을 비우식성 치경부 병소(non-carious cervical lesion; NCCL)라 한다. NCCL의 외형은 얇은 홈 형상의 와동에서 날카로운 변연을 가진 췌기 형태까지 다양하게 나타난다. 잘못된 잇솔질 습관이나 마모력이 강한 치약의 사용 등으로 인해 발생하는 치경부 마모(abrasion), 산도가 높은 음식의 잦은 섭취나 구토, 약제의 복용으로 인해 발생하는 침식(erosion), 그리고 교합력으로부터 치아의 변형과 굴곡이 발생하여 치경부의 법랑질 결정이 파괴되는 치경부 굴곡파절(abfraction)이 NCCL의 형성에 기여한다. 따라서 NCCL은 하나의 원인으로 단정짓기 어려우며 굴곡파절, 침식, 마모 등이 상호작용하며 복합적 원인에 의해 발생한다고 받아들여지고 있다. NCCL의 유병률, 병소의 수 및 크기는 나이가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보이며, 이는 나이가 증가함에 따라 법랑질과 상아질의 조성과 미세구조의 변화가 일어나고, 치은 퇴축과 치조골 소실을 동반하면서 더 많은 치근면이 노출되고, 타액의 양과 질이 저하되기 때문으로 생각된다.

NCCL은 임상에서 흔히 접하게 되는 증례이나 현재까지 NCCL의 치료에 대한 명확하게 확립된 가이드라인은 없다. Levitch 등은 (1994) 다음의 상황에서 NCCL의 수복이 필요하다고 하였다.

- 치아의 구조적 안정성에 위협받을 때
- 노출된 상아질이 과민증을 나타낼 때
- 심미적으로 문제가 있을 때
- 치수노출의 위험이 있을 때
- 보철치료 (국소의치)를 위한 치아형태 조정이 필요할 때

환자가 호소하는 증상이 없고, 심미적인 부위가 아닌 얇은 병소라면 수복을 하지 않고 주기적 검진을 하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 그러나 전술한 경우와 더불어 병소 부위에 음식물 잔사의 저류를 방지하고 환자 스스로 구강위생 관리를 용이하게 하기 위해서는 NCCL의 수복을 통해 치경부의 생리적 형태를 재현해 주는 것이 필요하다

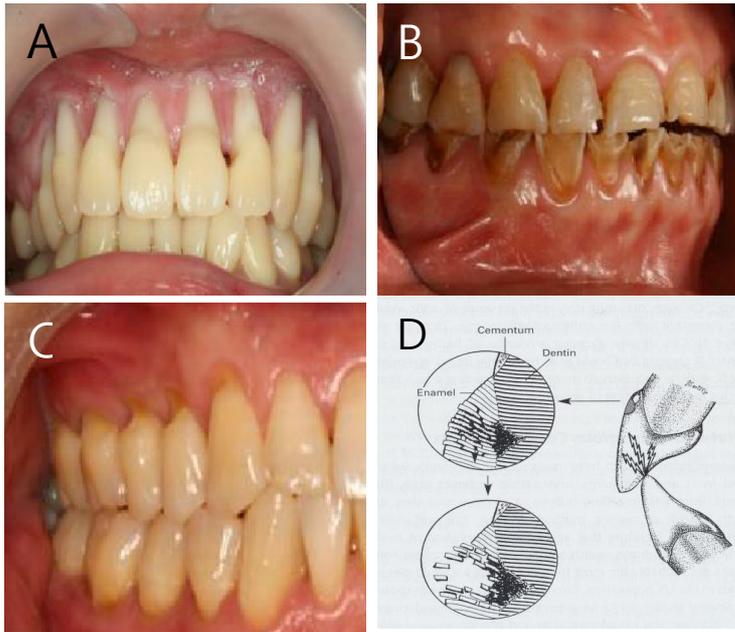


그림 1. 비우식성 치경부 병소

- A) 마모,
- B) 침식,
- C) 굴곡파절
- D) 굴곡파절의 기전 (출처: Fundamentals of Operative Dentistry 4판)

NCCL의 수복은 과거에는 glass ionomer (GI)로 이루어졌으나, 상아질 접착과 향상된 기계적 물성, 심미성으로 인해 복합레진이 더 많은 빈도로 사용되고 있다. 장기간 임상시험을 통해서 복합레진이 compomer나 resin-modified GI (RMGI) 보다 우수한 성질을 가지고 있음이 증명되었고, 유지력 저하로 인한 탈락률도 적다는 연구결과들이 보고되었다.

GI/RMGI는 생체적합성이 우수하고 치질과 결합하고 불소를 유리하며 상아질과 유사한 열팽창계수와 탄성계수를 갖는 장점을 지니고 있다. 비록 GI/RMGI로 NCCL을 수복한 경우 만족할만한 유지율이 보고되고 있지만, 심미성이 떨어진다는 단점과 시간이 지남에 마모저항성이 낮기 때문에 수복물 변연 파절 및 변색이 흔히 관찰되는 문제를 보인다. 따라서 주로 sandwich technique이 필요한 깊은 NCCL에서 GI/RMGI를 사용하거나 수분 조절이 어렵고 변연이 상아질에만 존재할 경우에 추천하고자 한다.

2. 성공적인 치경부 복합레진 수복 방법

1) 와동형성

복합레진 수복을 위한 와동형성의 기본원칙은 교합력이 직접적으로 가해지지 않은

부위 수복 시 법랑질 변연에 사면을 형성하여 유지력을 얻을 수 있는 접착 면적을 증가시키는 것이다. NCCL의 경우, 교합면 변연의 법랑질 부위에는 사면을 부여하나 하나 치은측 변연은 대부분의 경우 법랑질이 존재하지 않는 부위에 병소의 경계가 있기 때문에 사면을 부여하지 않는다. 법랑질 변연사면은 diamond bur를 변연에서 45도로 기울여 0.5~2mm 폭으로 형성하거나 더 작은 각도로 법랑질을 최소 삭제하며 변연 사면의 폭을 더욱 연장해줄 수 있다.

NCCL의 상아질은 구강 내에서 오랫동안 노출되어 과광화된 구조적 변화로 인해 산부식에 저항하여 적절한 혼성층(hybrid layer)을 형성하지 않는다고 알려져 있다. 이런 경화성 상아질(sclerotic dentin)에서 접착력은 실험연구를 통해 정상 상아질에 비해 20~45% 정도 감소한다고 알려져 있다. 임상연구 결과로부터 일부 이견이 있기는 하지만, 경화성 상아질을 bur로 제거하고 수복하는 것이 필요하다. 반드시 preparation을 통해서 표면에 존재하는 부착 세균 및 바이오필름을 제거해야 하며, 경화성 상아질 제거를 통해 접착 유지력 향상을 기대할 수 있다. 와동에 유지구를 두어 유지력을 증가시키는 방법은 최근 접착법의 발달과 최소한의 침습적인 개념에 따라 이견이 있을 수 있는 선택이다. 와동 형성의 마지막 단계로 super fine diamond bur 또는 pumice를 문힌 rubber cup or brush로 치아 표면을 정리한다.

2) 복합레진 충전

복합레진은 색조나 표면 질감, 해부학적 형태 재현 등의 측면에서 우수함이 입증되었으나, 중합수축으로 인한 변연 밀폐 및 장기 접착의 실패 등이 문제점으로 인식되고 있다. 특히 굴곡을 많이 받아 유지가 어려운 치경부 와동에서는 적절한 접착 시스템과 복합레진 재료의 선택이 매우 중요하다고 할 수 있는데, 사용된 제품마다 다양한 임상적 결과가 보고되고 있다. 일반적으로 ‘etch and rinse’인 3-step 방법과 ‘self-etch’인 2-step 방법이 주로 이용되며, 두 방법 모두 유지력 측면에서 우수하다고 받아들여지고 있다.

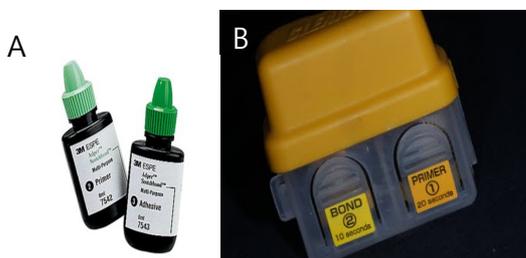


그림 2.

- A) 대표적인 3-step 접착시스템인 Scotchbond Multipurpose (3M ESPE)
- B) 대표적인 2-step self-etch 접착시스템인 Clearfil SE bond (Kuraray)

3-step etch and rinse system 적용 시 30-40% 인산으로 법랑질에 먼저 15초 동안 적용하고 상아질에 15초 동안 적용한 후 수세한다. 3-step 방법은 습윤 접착에 의존하므로 수세 후 접착될 상아질을 over-drying 또는 over-wetting 되지 않게 주의하여야 하며, 이때 적절한 수분을 남기기 위해 면구(cotton ball)로 blot dry하는 방법이 추천된다.

한편, 2-step self-etching system에서 술식 과정의 단축은 임상가에 있어서 시간을 절약할 수 있어 환자를 보다 편하게 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 습윤 접착 방법을 사용하지 않기 때문에 접착 술식 전에 치면을 건조(dry bonding technique)한 후 적용함으로써 technique sensitive하지 않은 특성을 갖는다. 건조된 치아 표면에 산부식과 프라이머가 동시에 포함된 재료의 적용으로 산 부식이 되는 만큼 프라이머가 따라 들어감으로써 술후 민감성에 유리한 장점을 보이고 상아질 접착력에 우수한 결과를 나타낸다. 그러므로 2-step self-etching system은 상아질 노출로 인한 지각과민증을 호소하는 환자에게 특히 유용히 적용될 수 있다. 프라이머는 건조된 표면에 20초 동안 충분히 문지르면서(agitation) 적용 후 건조시키는 것이 추천된다. 특히, 인산으로 산부식하는 Etch and rinse 접착시스템에 비해 self-etch 접착시스템은 법랑질에 대한 에칭 효과가 떨어지기 때문에 self-etch 접착시스템 적용 전 법랑질만 따로 인산으로 에칭(selective etching)을 추가로 하여 접착력을 향상시킬 수 있다.

1-step self-etching all-in-one 제품은 소수성(hydrophobic) 물질과 친수성(hydrophilic) 물질을 한 데 섞기 때문에 제품의 안정성이 떨어질 수 밖에 없으며 친수성 성분의 시간 경과에 따른 분해로 내구성이 현격히 떨어지고 접착력이 상대적으로 취약하게 된다. 따라서 현재의 기술적 상황에서는 etch and rinse system과 2-step self-etching system이 1-step all-in-one system 보다 술식은 복잡하지만 접착제로서의 물성은 뛰어나다는 것을 알고, 선택적으로 장점을 취할 수 있는 사용을 하는 것이 바람직하다.

표 1. 비우식성 치경부 병소 수복에 사용되는 접착 시스템

| 접착제 | 이용 |
|------------------------------|--|
| 3-step etch-and-rinse | 제품들마다 효과 상이함 : 특정 제품에 대한 대부분의 장기간 임상연구에서 좋은 결과 일반적으로 추천됨 |
| 2-step self-etch | 제품들마다 효과 상이함. 좋은 결과를 보이고 일반적으로 추천됨 술식 민감도 적으며, 상아질 습윤 정도의 영향 적음 변연 폐쇄의 향상과 유지력 증가를 위해서는 추가적 법랑질 산부식이 추천됨 |

| | |
|------------------------------|--|
| 2-step etch-and-rinse | <p>술식이 간단하고 좋은 결과를 보임.</p> <p>3-step etch-and-rinse와 2-step self-etch보다 상대적으로 장기 유지력이 낮은 결과를 보임.</p> <p>술식 민감도 높음 (용매의 충분한 휘발과 상아질 건조 방지 필요)</p> <p>제품들마다 효과 상이함</p> |
| 1-step self-etch | <p>현재까지 가장 높은 실패율을 보임</p> <p>술식 민감도 높음 (용매의 충분한 휘발과 적절한 두께 유지 필요)</p> |

5급 와동은 접근과 충전이 용이하지만 몇 가지 주의해야 할 사항이 있다. 첫 번째로 와동의 변연이 명확하지 않은 경우, 특히 인접면 변연에서 과충전이 발생하기 쉽다. 또한 치은 변연의 과풍용 부위는 치태의 침착이 용이하여 치은염증을 유발하기 쉽다. 따라서 치료의 가장 첫 단계에서 치은 압박사를 삽입하여 치은으로부터 격리시켜야 한다.

복합레진 수복 시 결손부가 비록 작아도 복합레진의 중합수축에 따른 응력으로 인해 변연 누출이 발생하기 쉬우며, 이런 현상은 특히 접착력이 상대적으로 약한 치은측 변연에서 많이 발생하기 때문에 이를 줄이기 위해서는 적층법으로 복합레진을 충전하여야 한다. 주로 결합이 용이한 법랑질 변연으로부터 소량씩 충전하고 중합한 다음 가능한 한 2~3회에 걸쳐 치은측 변연쪽으로 나누어 충전하여 중합하는 것이 중합수축응력을 효과적으로 줄일 수 있다. 또한 복합레진의 중합수축으로 인한 치경부의 미세누출을 줄이기 위한 방법으로 탄성계수가 낮은 flowable resin을 먼저 이장 한 다음 최종 수복을 하는 방법이 제안되기도 한다. Flowable resin은 탄성으로 인해 인장력에 대한 완충 역할로 도움이 될 수 있다는 주장이 있으나 그 임상적 효용성에 대해서는 아직도 논란이 존재한다. 그러나 고점도의 복합레진으로 충전 시 와동의 미세한 틈에 적합이 제대로 이루어지지 않아 기포가 함입되는 것을 방지하기 위한 방법으로 흐름성과 젖음성이 좋은 flowable resin의 사용을 고려해볼 수 있다. Flowable resin을 사용한다면 중합수축이 상대적으로 큰 점을 감안하여 0.5mm 이하로 적은 양을 사용할 것을 추천한다.

심미적 측면을 고려하여 치경부의 색조는 치관 중앙부의 색조보다는 채도다 더 높고, 투명도가 더 작은 색조의 복합레진으로 충전하는 것이 바람직하다.

3) 마무리, 연마

복합레진 충전이 완료 된 후 적절한 연마기구로 과풍용된 부위를 제거하고, 부드러운 표면을 만들어 주는 것이 필요하다. 불충분한 마무리와 연마로 인해 치태의 침착이나

치은 염증, 이차 우식 등이 발생하기 쉽다. 한편, 과도한 마무리와 연마는 주위의 연조직과 경조직에 손상을 줄 수 있으므로 최소한으로 시행하여 과도한 삭제를 피하는 것이 바람직하다. 치아 외형에 맞지 않게 과량의 복합레진을 충전하게 되면 마무리 과정 시 불필요한 시간과 재료 낭비, 치질 삭제 가능성이 있으므로 가급적 복합레진 충전과정에서 과잉 충전을 방지하고 생리적 치아 형태를 재현시켜 주는 것이 중요하다.

치은압배사를 제거하고 explorer를 긁어보아 과잉 충전된 위치와 정도를 확인한다. 치은 변연에 과량의 접착제와 복합레진을 제거하기 위해 #12 blade를 사용하거나 회전기구(super fine diamond)를 사용하여 과량의 복합레진을 먼저 제거한다. 치은 변연 부위에 회전기구로 다듬을 경우 비가역적인 백악질 또는 상아질의 손상을 최소화하기 위해 치아 형태를 고려하여 조심스럽게 사용되어야 한다. 치아-복합레진 경계면을 explorer로 긁어 보았을 때 매끈한 면을 얻을 때까지 super fine diamond bur 와 white stone을 사용하여 복합레진을 제거할 수 있다. 최종적인 연마는 silicon rubber point, 연마용 brush 등을 사용하여 시행한다. Soflex disc는 인접면 부위의 경계면을 다듬을 때 유용히 사용될 수 있다. 모든 마무리 및 연마과정은 열발생을 줄이고 활택한 표면을 얻기 위해 필히 주수 하에서 진행되어야 한다.

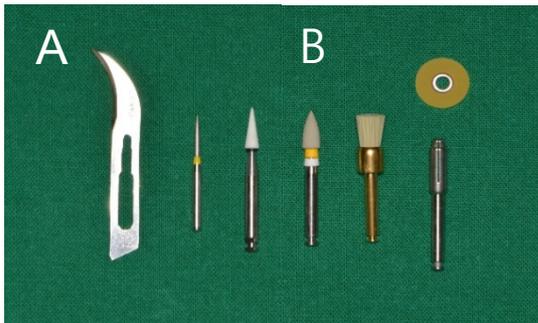


그림 3.

A) Finishing 기구 (좌측부터 12번 blade, super fine diamond bur, white stone)

B) Polishing 기구 (좌측부터 silicone rubber point, polishing brush, super fine soflex disc)

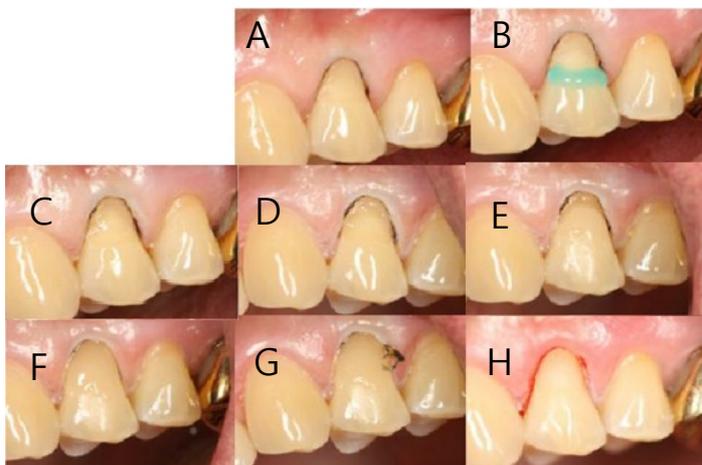


그림 4. 비우식성 치경부 병소 치료과정

- A) 치은압배사 삽입
- B) 법랑질 산부식
- C) 접착시스템 적용
- D) 기저부에 소량의 flowable resin 적용
- E) 교합면 쪽 와동 부위 복합레진 충전
- F) 치경부 쪽 와동 부위 복합레진 충전
- G) 치은 압배사 제거
- H) 마무리 및 연마

3. 기본에 충실하기 (Back to the basic)

교합력과 치경부 손실 사이의 연관성을 뒷받침하는 실험적 연구는 있으나 교합조정이 NCCL의 병소의 진행을 막거나 수복물의 유지 증진에 기여한다는 임상적 연구 결과는 아직까지 없는 실정이다. 그러므로 교합조정은 교합간섭이 확실히 진단된 경우에만 고려되어야 하며, 굴곡과절을 예방하거나 치료 후 수복물 탈락을 예방하기 위한 비가역적인 교합조정은 피해야 한다.

비우식성 치경부 병소의 치료는 언뜻 보기에는 간단한 술식처럼 보이나 접착에 불리한 와동 환경 및 치은측 방습의 어려움 등으로 실패가 일어나기 쉬운 까다로운 치료이다. 따라서 각 단계마다 충분한 시간과 노력을 투자하여 기본 원칙에 충실하게 적용하는 것이 특별한 왕도는 없지만 최상의 길이라 사료된다.

Reference

1. Pecie R, Krejci I, García-Godoy F, Bortolotto T. . Noncarious cervical lesions (NCCL)—A clinical concept based on the literature review. Part 2: Restoration. *American Journal of Dentistry* 2011;24:183-92.
2. Perez Cdos R, Gonzalez MR, Prado NA, de Miranda MS, Macêdo Mde A, Fernandes BM. Restoration of noncarious cervical lesions: when, why, and how. *International Journal of Dentistry* 2012;2012:687058.
3. Chee B, Rickman LJ, Satterthwaite JD. Adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions: A systematic review. *Journal of Dentistry* 2012;40:443-52.
4. Hilton TJ, Ferracane JL, Broome JC. *Summitt's Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 4th ed. Hanover Park, IL: Quintessence Publishing Co. Inc., 2013.
5. Levitch LC, Bader JD, Shugars DA, Heymann HO. Non-carious cervical lesions. *Journal of Dentistry* 1994;27:541-4.
6. Grippo JO, Simring M, Coleman TA. Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2012;24:10-23.
7. Santos MJ, Ari N, Steele S, Costella J, Banting D. Retention of tooth-colored restorations in non-carious cervical lesions-a systematic review. *Clinical Oral investigations* 2014 [Epub ahead of print].

치아 색 간접 수복물의 접착법

Cementation technique for tooth colored restorations

신유석

연세대학교 치과병원 보존과학교실

치아 접착제의 발전이 빠르게 진행되면서 치과 수복물의 선택 및 관심도 변화하고 있다. 이런 가운데 구강 내 악조건들이 존재하는 곳에서도 심미 수복물에 대한 요구가 많다. 그러나, 처음에는 괜찮았으나, 몇 년이 지난 후 변연부 변색이나 변연 파절을 겪기도 하고 종종 실패한 케이스들을 만나게 된다. 그리고 심미 수복물 접착의 어려움을 생각해 보면 우선 재료 자체의 깨지기 쉬운 물질이라는 점과 거의 완벽한 습윤 조절이 필요하다는 점 그리고 접착이 어려운 레진 시멘트가 필요하다는 것이 시술을 어렵게 하고 망설이게 합니다. 이에 따라 치아 색 간접 수복물들의 이해가 중요하며 신뢰감을 주고 강력한 접착제의 선택하여 누가 어떻게 적용해야 하는지 알아보려고 한다.

그럼 우선 적용되는 심미수복물의 특성에 따른 접착법에 대해 살펴보겠다.

Cementation protocol for Resin restorations



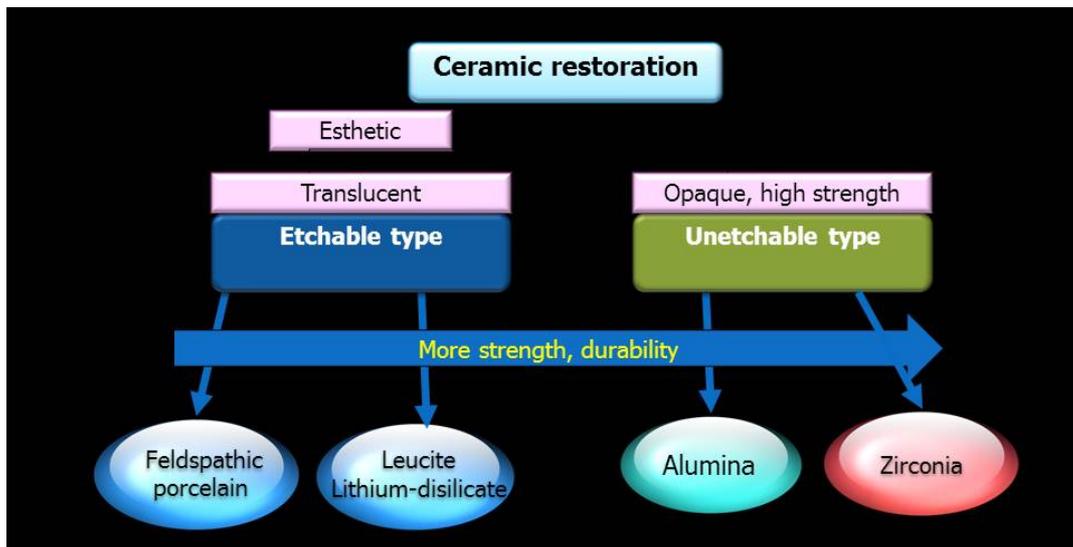
- Sandblasting
- Try-in & etching
- Silane**
- Adhesive
- Light curing

Conventional resin cementation Technique

| | 1 | 2 | 3 | Light curing | Light curing |
|-------|-----------------|-----------------|----------|--------------|--------------|
| Resin | Sandblast | Phosphoric acid | Adhesive | Light Curing | Resin Cement |
| Tooth | Phosphoric acid | Primer | Adhesive | Light Curing | |

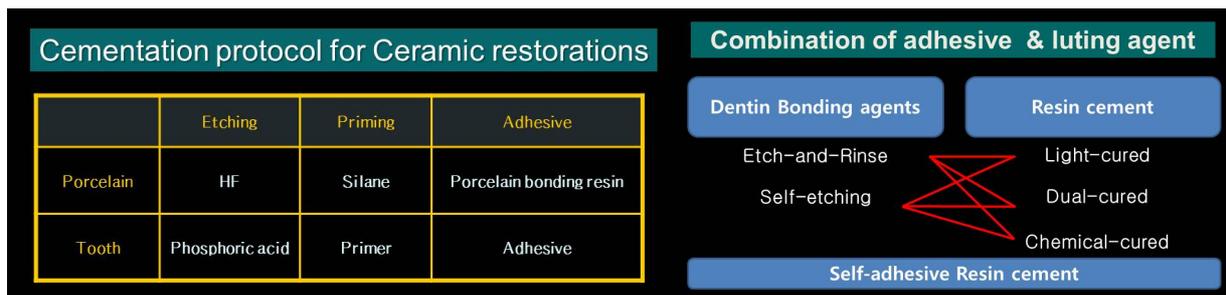
첫 번째는 간접 레진 수복물이다. 간접 레진 수복물의 제품들은 Pentron 사의 Jeneric 그리고 fiberkor 사의 sculpture, Targis, sinfony, bellglass HP, Bisco사의 tescera ATL, 그리고 ivoclar vivadent사의 adoro 등이 있다. 다양한 제품들의 특성들이 있지만 이것들의 공통적인 특징은 레진 표면으로 레진 접착제와 같은 성분이므로 붙이기에 용이하다는 점이 있다. 일반적인 시술 순서는 첫 번째로 샌드 블라스트를 통해 내면에서 미세 유지력을 얻고 두 번째로 인산으로 내면의 불순물을 제거하고 씻어낸 후 그 위에 접착제를 도포하여 시멘트가 붙을 수 있는 기반을 마련하는 것이다. 일반적으로 수복물이 높아질 것을 우려하며 광중합을 하지 말 것으로 추천하기도 합니다. 이 가운데 인산 처리 후 접착제 적용 전에 실란 적용이 추천되기도 한다. 그러나 2012년 maryam의 논문에서 실험조건에서 샌

드 블라스트의 표면 처리가 micro shear bond strength를 유의성 있게 증진시키지 않음을 보여 주었고, 2013년 victoria의 논문에는 역시 새로 제작된 수복물이라면 실란을 사용하지 않아도 접착력에 큰 차이를 보이지 않음을 나타내었다. 접착제의 광중합 효과에 대해 2009년 이재익의 논문에서는 강한 바람으로 얇게 만든 접착제 층에 광중합 한 군이 광중합 하지 않는 군보다 접착력에서 효과적임을 보여주었다. 이를 종합해 보면 만들지 얼마 시간이 되지 않은 레진 수복물이라면 접착제만으로 적용이 가능하며 오래된 수복물이라면 샌드 블라스트와 실란을 사용하여야 하며, 레진시멘트 적용 전 수복물 내면은 광중합을 한 후 접합 시키는 것이 추천된다.

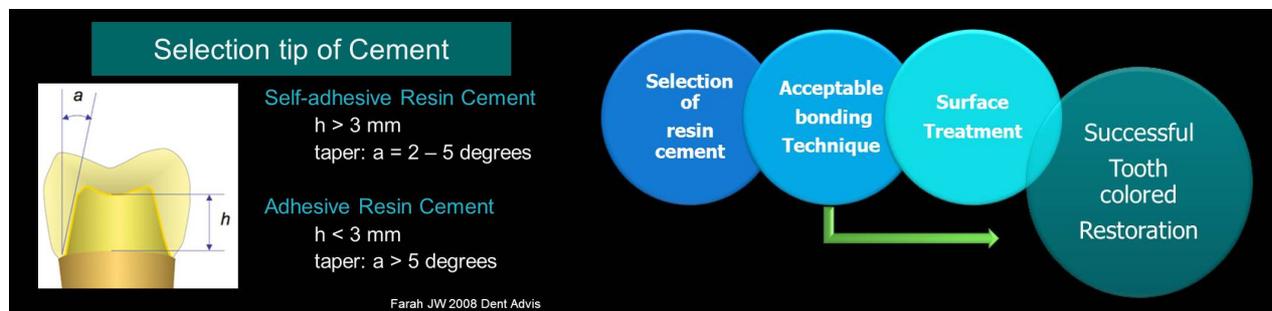


두 번째는 세라믹 재료들이다. 세라믹 재료들은 그림과 같이 다양하고 각각 다른 특성들을 지니고 있다. 이 세라믹 재료들을 적용방법에 따라 크게 둘로 구분하면 불산에 의해 에칭할 수 있는 재료와 에칭할 수 없는 재료로 나눌 수 있다. 심미적으로 중요한 부분에 적용할 수 있고 적절한 접착이 가능한 것들이 에칭할 수 있는 재료들이고, 덜 심미적이나 견고하고 강도가 요구되는 부위에 적용할 수 있으나 적절한 접착이 어려운 것들이 에칭할 수 없는 재료들이라 생각할 수 있다. 세라믹의 일반적인 순서는 먼저 세라믹과 레진 시멘트 계면에서의 결합을 위한 세라믹 표면 처리에 대해 알아보면 세라믹 내면에 미세유지 향상을 위해 불산으로 에칭을 시행하는데 재료의 특성이나 적용하는 불산의 농도에 따라 적용 시간을 달리 하여야 한다. 이 때 다양한 알루미늄 산화물에 의한 표면 처리를 추가함으로써 더 뛰어난 결합을 얻을 수 있다. 또한 불산의 적용시간을 너무 하는 것보다 1분 정도 적용하는 것이 더 높은 결합력을 보인다. 다음은 화학적 결합의 증진을 위해 실란 처리를 하는데 이를 통해 내면을 친수성에서 소수성으로 바꿔 줄 수 있다. 이 때 얇은 층을 만들어 주기 위해 서서히 에어 드라이 하는 것이 추천된다. 세라믹

에 불산 부식과 실란 처치가 보편적인 처치 방법으로 알려졌으나, 일부 저자들에 의해 산 부식이 정말 필수적인 처치인가에 대한 의문이 제기되었다. Sorensen이 전단력 검사가 아닌 미세누출을 실험하여 37도 물에서 일주일간 보관 후 1000회의 thermocycling을 시행하고 질산은 용액을 이용하여 염색한 결과 실란을 통한 초기의 결합은 시간에 따라 약해지며, 따라서 장기적인 결합의 견고성을 위해서는 산 부식과 실란 처치가 함께 이루어져야 한다고 결론 내렸다. 그 후 소수성 레진 접착제를 적용 후 광중합시킨다.



세라믹 수복물에서 최적의 상아질 접착 시스템과 레진 시멘트 간의 조합에 대해 알아보도록 하겠다. 상아질 접착 시스템은 크게 etch-and-rinse 시스템과 self-etching 시스템으로 나눌 수 있고, 또한 레진 시멘트는 중합방식에 따라 광중합, 이중 중합, 자가 중합으로 나눌 수 있다. 그리고 2002년 치면에 전 처치 없이 상아질 접착을 이룰 수 있다고 주장하는 self-adhesive 레진 시멘트가 등장하여 새로운 분류로 나뉘게 되었다. 레진 시멘트마다 회사가 권장하는 상아질 접착 시스템이 서로 다르며, 여러 실험을 통해 최적의 조합이 무엇인지 알아봐야 한다. 그러나 일반적으로 self-etching one step 시스템과 etch-and-rinse one bottle 시스템은 접착제의 산도가 산성이므로 화학적 자가 중합 레진 시멘트와는 결합력이 좋지 않다고 보고되고 있으므로 사용하지 말아야 한다.



레진 시멘트의 선택에서 Farah는 크라운 치료 시 삭제된 치아의 치관의 높이와 삭제된 치아의 경사도에 따라 레진 시멘트의 종류를 구분하였다. 높이가 3mm 이상이거나 경사가 5도 이하이라면 술식이 간편한 self-adhesive 레진 시멘트의 사용을 추천한다. 중합 방식이나 시멘트의 접착력, 색상, 사용할 접착제와의 적합성 등을 고려 등을 고려하여 선택한다면 좋은 접착을 이룰 수 있을 것이다.

SUMMARY

임상가들은 구강 내에서 사용될 수복물들의 정확한 이해와 레진 시멘트와 접착 시스템과 표면처리 방법 등의 각각의 역할을 이해하는 것이 필요하다. 게다가 구강 내에는 심미적인 요구도, 교합 관계, 치아요인들 같은 많은 개개인의 요인들 때문에 수복물이 실패할 가능성이 많이 있다.

성공적인 치아색 수복물을 얻기 위해서는 술자의 편의성보다는 수복물/시멘트/상아질 기질의 계면의 장기적인 안정의 관점에서 접근해야 할 것이고, 적절한 레진 시멘트의 선택, 접착제 방법의 정확한 사용과 추가적인 표면 처리 등의 노력을 다해야 할 것이다.

New-generation flowable composites

Bulk fill and self-adhering flowable composites

장지현

강동경희대학교 치과대학병원 보존학교실

I. 서론

복합 레진과 접착시스템이 개발된 이후, 복합 레진 수복물은 재료 물성 및 접착력의 향상으로 재료의 진화를 거듭하면서 오랜 기간동안 구치부 수복의 스탠다드로 제시되던 아말감과 금인레이의 자리를 대체해가고 있다. 그러나, 복합 레진에 의한 구치부 직접 수복은 레진의 전환율 (Degree of Conversion)을 조절하기 어려우며, 보다 심미적인 해부학적 외형을 부여하기가 어렵고, 접촉점의 회복이 어렵다는 점 등의 한계가 있다. 특히, 이 가운데 구치부 직접 복합 레진의 중합 수축은 접착의 실패, 변연 누출, 상아질이나 수복물로의 crack 형성과 같은 수복의 임상적 실패를 야기하는 가장 큰 원인이다.

임상의 실패를 야기하는 중합 수축이 없는 레진 재료를 와동에 한번에 다져 넣고 광중합을 하는 것, 그리고 더 욕심을 부린다면 bonding조차 하지 않고 아말감과 같이 사용하는 것은 레진 수복이 시작된 이후 오랜 기간 임상가와 제조업자의 이루어질 수 없는 로망과 같은 것이었다. 그러나, 드디어 최근 ‘bulk-fill’과 ‘self-adhesion’이 가능한 흐름성 복합 레진이 소개되어 그 로망에 한 걸음 다가서게 되었다. 최근 복합 레진 시장에 새로운 바람을 일으킨 새로운 세대의 복합 레진에 대해 알아보하고자 한다.

II. 본론

1. New generation composite resins- 종류와 화학적 조성

복합 레진을 사용하여 와동을 한번에 충전하는 ‘bulk-filling’은 이전에도 시도된 바가 있었는데 (Surefill, Dentsply), 당시 bulk-fill 복합 레진은 필러의 함량을 높임으로써 중합 수축을 최소화하는 개념으로 매우 높은 점도를 가진 재료로 와동에 아말감과 같이 다져넣는 방법으로 사용하였다. 그러나, 높은 강도를 가지는 대신, 접착계면에서의 응력을 분산하지 못하거나, 흐름성이 낮아 와동 내로 잘 흘러 들어가지 못하는 점 등의 한계를 드러내면서 대중화되지 못하였다.

흐름성 레진은 1990년대 초 처음 소개되었는데, 점도가 낮아 와동 내면에 잘

흘러들어가는 장점이 있었으나, 상대적으로 낮은 필러 함량으로 stress-bearing area에는 사용하지 않고 주로 5급 와동이나 liner형태로 주로 사용되어왔다. 최근 소개된 흐름성 레진은 “**Injectable flowable resin**”이라고 칭하며 (G-aenial Universal Flo, GC Co., Milford, DE, USA) 충전률을 높여, 기존의 흐름성 레진에 비해 더 광범위한 구치부 수복에서 어느 정도 부하를 감당할 수 있으며 흐름성 레진의 장점인 높은 연마성은 그대로 유지되는 것을 장점으로 내세우고 있다 (Figure 1).



Figure 1

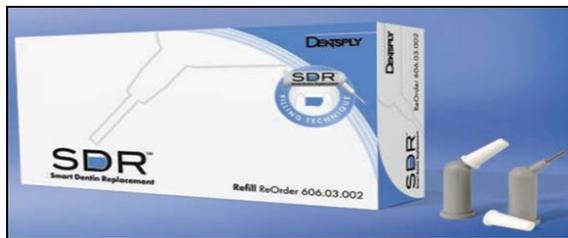


Figure 2-1

그 뒤를 이어
“**Bulk-fill
flowable**”



Figure 2-2

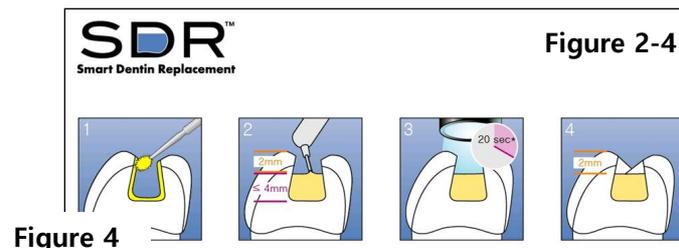
resin”이 소개되었는데, SDR (Dentsply Caulk, Milford, DE), Venus Bulkfill (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany), X-tra base (Voco), Filtek Supreme Ultra (3M ESPE)등이 있다 (그림2-1, 2). Bulk-fill flowable 레진은 matrix에 고분자량의 modulator와 같은 구조를 포함하며, 이러한 분자구조가 중합과정의 gel point (광중합과정에서 matrix분자가 화학적 결합을 형성하면서 유동성이 급격히 떨어지는 단계)를 지연시킴으로써 중합 수축 과정에서의 수축 응력을 줄이는 원리이다. 또 재료의 투명도를 높이는 등의 방법으로 전환율을 높여 광중합이 와동의 깊은 내면에서도 극대화 되도록 하였다. 제조사의 공통된 설명에 따르면 4mm를 bulk-filling하고 20초간 광중합을 시행하여도 전환율이나 중합 수축은 기존 구치부 수복용 복합 레진을 적층 충전한 것과 비교시 무리가 없었다.



Figure 3

“Bulk-fill non-flowable resin”도 최근 뒤를 이어 출시되었는데, Tetric Ceram Bulk-fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein- Figure 3)로, 제조사의 설명에 따르면 기존의 bulk-fill flowable composite와는 달리 최상층 2mm를 capping할 필요 없이 최상층까지 적용이 가능하면서도 중합 수축은 최소화하고, 전환율은 높여 사용자의 편의성을 극대화하였다.

접착 치의학의 최근 눈부신 발달은 자가부식형 접착제의 접착력을 증가시켰다. 자가 부식형 접착제의 프라이머 성분 가운데는 산성 모노머인 4-META나 MDP등을 포함하는데, 이들의 인산기나 카르복실기가 용매와 반응하여 수소이온 (산)을 생성하여 smear layer를 용해하고 치질의 무기질을 탈회하고, 상아질내 collagen network의 수소결합을 파괴하면서 확산되어 bonding이 일어나게 된다. 이러한 산성 모노머를 이용하여 filler 함량이 다소 낮은 레진인 self-adhesive resin cement가 개발되었고, 이를 기반으로 한 “Self adhering flowable resin”, 즉 자가 접착 흐름성 레진 Dyad flow (Kerr)이 출시되었다 (Figure 4).



2. New generation composite- 사용 방법 및 물리적 성질

Bulk-fill resin의 가장 큰 장점은 빠르고 극대화된 사용 편의성이다. 여러 번 적층 수복하는 것과 비교했을 때 chair time을 훨씬 단축시킬 수 있고 간편하다는 점이 최대 장점이다. 그러나, 적용 방법이나 재료의 물성에 따라 흐름성에는 어느 정도 차이가 나타나는데, 적용 방법이나 술자의 숙련도에 따라 수복 재료 내부에 기포를 형성할 수 있고, 이것은 수복의 실패로 귀결될 수 있다. 아울러 재료의 shade는 universal로 한가지이며, 기존 흐름성 레진에 비해 높은 투명도는 와동 내면에 강한 stain이 존재하거나, 심미적으로 민감한 환자 등 적응증에 있어 한계가 될 수 있다 (그림2-3). 4mm를 bulk-filling함에 있어서 가장 중요한 고려사항은 중합 수축과 충분한 중합이 이루어지는가의 문제 일 것이다. 또한, bulk-fill flowable resin이 기존 구치부 수복용 복합 레진에 비해서는 충전률이 상대적으로 낮기 때문에 구치부 직접 수복시 최상층2mm는 기존 hybrid composite resin을 이용하여 수복을 해주어야 한다(Figure 2-4). Bulk-fill non-flowable resin은 앞서 설명한대로 기존의 bulk-fill flowable composite와는 달리 최상층까지 적용이 가능하여 사용면에서는 더욱 편리하다

이들 bulk-fill composite resin에 대한 최근의 물성을 평가한 결과, 굴곡강도 및 탄성계수는 bulk-fill composite resin은 기존 hybrid composite resin과 유사하거나 더 낮은 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 재료의 강도의 취약함을 보강하기 위하여 최상층의 2mm capping layer를 적용하라는 제조사의 지시를 뒷받침한다. 전환율에 있어서는 여러 연구에서 공통적으로 4mm bulk-filling 하였을 때 와동의 바닥면에서 비교적 만족할만한 수준의 중합 심도를 나타내었다. 중합 수축에 있어서는 연구에 따라 결과의 차이가 있어 표준화된 평가가 필요할 것으로 생각되나, 전반적으로는 기존의 흐름성 레진에 비해서는 중합수축이 적다는데는 공통된 결과를 나타내며 기존 hybrid composite resin과 비교해서는 중합수축이 많거나 유의차가 없다는 결과를 나타내고 있다.

Self-adhering composite resin은 산성 모노머로 Glycerophosphate dimethacrylate를 포함하며, 접착과정이 없기 때문에 적용하는 첫 번째 layer는 전용 브러쉬를 사용하여 0.5mm 이하의 두께로 brushing motion으로 적용해주어야 한다. 자가 접착형 복합 레진은 앞서 기술한 bulk-fill composite resin이 아니다. 그러므로, 많은 양을 한번에 적용 후 광중합하는 것은 매우 낮은 물성을 나타내게 된다. 제조사의 사용법에서도 와동의 깊이가 2mm를 초과하는 경우에는 hybrid composite resin을 사용하여 상층을 수복하도록 지시하고 있다. 최근의 실험연구 결과에서 기존의 방법과 마찬가지로 별도의 접착시스템을 사용하고 본 자가 접착형 레진을 사용할 때, 자가 접착형 레진을 단독으로 사용할 때 보다 높은 결합력을 보였으며 접착층이 중합 수축시 안정적으로 유지되어, 접착계면이 불안정한 자가 접착형 레진에 비해 양호한 접착계면을 나타내었다. 이는 자가 접착형 레진이 한번에 상아질 접착계면을 포함한 더 큰 부피의 중합과정의 변화가 일어나기 때문으로 생각된다. Microleakage를 평가한 다른 연구에서도 자가 접착형 레진을 단독으로 사용하였을 때, 접착시스템을 사용하고 자가 접착형 레진을 사용하였을 때와 비교하여 더 높은 미세누출을 나타내었다.

3. New generation composite- 임상적 적용 시 기억해야 할 Tips

<bulk-fill flowable resin>

- 4mm까지 bulk-fill이 가능하지만, 최상층의2mm는 강도를 위해 기존 구치부 수복용 레진 (hybrid composite resin)을 사용하여 마무리할 것.
- 투명도가 높고 shade가 다양하지 않아 심미적 요구가 큰 부위에서는 사용하지 않을 것.
- 많은 양을 bulk-filling 방식으로 적용하므로 적용하는 과정에서 기포발생을 최소화할 것.
- Plasma-Arc형의 광중합기에서는 중합심도가 감소하므로 사용하지 말 것.

<Self-adhering composite resin>

- 첫 번째 층이 접착을 담당하므로 0.5mm 이하의 두께로 전용 브러쉬를 사용하여

brusing motion으로 와동 내에 문지르듯이 적용하고 충분히 중합할 것.

- 두 번째 층이 2mm 넘지 않도록 하고, 2mm 초과하는 와동에서는 기존 구치부 수복용 레진을 사용하여 적층 수복 할 것 (Bulk-filling하지 말 것).

III. 결론

Bulk-fill composite와 self-adhering composite는 아직 시장에 데뷔한지 3년이 채 경과되지 않은 새로운 재료로 근거기반의 안정적인 임상 사용을 위해서는 이들에 대한 더 표준화된 연구와 장기간의 임상적용 데이터가 필요할 것으로 생각된다. 구치부 수복용 비유동성 복합 레진의 대안으로 사용할 경우 증례의 선택과 수복 과정에 있어 세심한 주의가 필요할 것으로 사료된다.

Reference

1. Moraes RR, Garcia JW, Barros MD, Lewis SH, Pfeifer CS, Liu J, et al. Control of polymerization shrinkage and stress in nanogel-modified monomer and composite materials. *Dent Mater* 2011;27(6):509-519.
2. Walter R. Critical appraisal: bulk-fill flowable composite resins. *J Esthet Restor Dent* 2013;25(1):72-76.
3. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: Effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dent Mater* 2013;29(3):269-277.
4. Lassila LV, Nagas E, Vallittu PK, Garoushi S. Translucency of flowable bulk-filling composites of various thicknesses. *Chin J Dent Res* 2012;15(1):31-35.
5. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral investig* 2013;17(1):227-235.
6. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR technology. *Dent Mater* 2011;27(4):348-355.
7. Ilie N, Kessler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2013;41(8):695-702.
8. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill Resin-based Composites: An In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. *Oper Dent* 2013;38(6):618-625.
9. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization Shrinkage Stress Kinetics and Related Properties of Bulk-fill Resin Composites. *Oper Dent* 2013[Epub ahead of print].
10. Rengo C, Goracci C, Juloski J, Chieffi N, Giovannetti A, Vichi A, et al. Influence of phosphoric acid etching on microleakage of a self-etch adhesive and a self-adhering composite. *Aust Dent J* 2012;57(2):220-226.
11. Ozel Bektas O, Eren D, Akin EG, Akin H. Evaluation of a self-adhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odontol Scand* 2013;71(3-7):541-546.
12. Salemo M, Derchi G, Thorat S, Ceseracciu L, Ruffilli R, Barone AC. Surface morphology and

mechanical properties of new-generation flowable resin composites for dental restoration. *Dent Mater* 2011;27(12):1221-1228.

Repair of tooth colored restorations

조신연
연세대학교 치과대학 보존학교실

Restoration에 secondary caries, fracture, staining 등의 defect가 발생하였을 때 기존의 amalgam, gold 등 non-adhesive restoration의 첫 번째 선택은 제거 후 교체였다. 하지만 adhesive dentistry의 발전과 minimal intervention으로의 trend 변화가 맞물리면서 defect가 있는 부분만 일부 제거 후 Repair하는 술식이 가능해졌으며 실제 임상에서도 많이 하고 있다. 그런데 2003년 북미와 유럽 치과대학 교육에 관한 조사 결과를 보면 Composite repair에 대해 교육을 하는 학교가 71%, 하지 않는 학교가 29%로 나왔고, 교육을 하는 곳도 실제 교육 수준을 보면 92%가 경험 바탕으로 한 임상 수준의 교육이고, 정식 교육과정 있는 곳은 단 8%뿐이다 (Gordan 2003). 이는 우리나라의 경우에도 크게 다르지 않으므로 tooth colored restoration의 repair에 대한 가이드라인을 정리해 보는 것은 의미가 있을 것이다.

적층법을 이용한 일반적인 레진 충전 시 layer 간에 특별한 표면 처리를 하지 않는 데도 불구하고 homogenous한 material이 되는 이유는 첫 번째 층 상방에 15 μ m의 oxygen inhibition layer라는 미중합 단량체가 풍부한 zone이 존재하여 단량체간 화학적으로 공유결합을 형성하기 때문이다. 반면 구강 내 환경에서의 composite resin의 aging은 미반응 단량체의 소실 이외에도 hydrolysis, micro-crack 등 여러가지 변화를 일으키며 결과적으로 새로운 레진 결합의 가능성을 저해시킨다. 결과적으로 in vitro 실험에서 water storage 후의 aged resin에는 특별한 고민 없이는 15%에서 58% 정도의 결합력밖에 얻을 수 없음이 밝혀졌다 (Fawzy 2008, El-Askary 2009).

Aged resin에의 접착은 chemical interaction potential이 많이 소실된 상태이기에 primary mechanism은 mechanical쪽이 되며 Macro- Micro- feature로 나뉘어서 분석이 가능하다. 먼저 macro쪽인 2003년 Frankenberger의 실험을 보면, CI II resin의 repair시 일반적 box prep과 undercut, 그리고 occlusal dovetail을 주었을 때의 marginal integrity를 비교했을 때 오히려 dovetail을 준 것이 한참 유의하게 높은 dye penetration 비율을 보였다 (Frankenberger 2003). 또한 Shen은 깊이 1mm의 slot 형태의 retentive form을 형성한 후 결합력을 평가하였는데 material에 따라 일관성 없는 결과를 보였으며 SEM으로 파절 부위를 평가하였을 때 오히려 stress가 집중된 부위를 형성하여 repair strength에 도움을 주지 않는 것으로 확인되었다

(Shen 2004). 따라서 macro-retentive feature는 성공률에 영향을 미치지 않거나 오히려 악화시키는 것으로 결론 내릴 수 있다.

다음으로 micromechanical한 요소를 살펴보면 micromechanical strategy의 기본은 surface roughness를 증가시켜 접촉 면적을 증가시키는 것이며, grinding, sandblasting, acid etching 이 세가지가 대표적인 전략들이다. 우선 grinding과 sandblasting을 볼 때, 수많은 논문들이 다양한 roughening 방법을 제안해왔고 결과도 그 논문들만큼 다양했다. 실험 방법이 상이했기 때문에 이들은 직접 비교하기는 어렵겠지만, 분명한 건 첫째로 다양한 roughening 방법이 표면 처리 없는 경우보다는 유의차를 가져왔다는 점이며 둘째로 어떤 게 우위에 있는지 그 순위에서는 controversy 하다는 점이다. 따라서 임상적으로 기존 resin의 일부를 bur로 제거하면서 repair 과정을 시작한다는 점을 고려할 때 grinding이 아직까지는 practical choice가 될 수 있다. 다음 micromechanical의 마지막 방법인 acid etching으로 넘어가면, 사용하는 acid에는 hydrofluoric acid 불산과 phosphoric acid 인산 두 종류가 있다. 우선, 불산 처리에 관한 Brosh의 연구 결과를 보면 다른 어떤 표면처리 방법에 비해서는 물론, 아무 처치를 안한 control 그룹보다 낮은 bond strength를 보였다 (Brosh 1997). 다른 연구에서도 비슷한 결과를 보이는데, 이는 exposed glass particle의 완전한 용해뿐만 아니라 resin matrix의 softening과 porosity를 유발하기 때문이라고 설명한다 (Papacchini 2007). 결론적으로 composite repair에서 불산은 사용하지 않는 것으로 consensus에 도달해 있다. 하지만 이에 비해 인산은 특히 defect가 resin 및 tooth substrate를 모두 포함할 때 임상적으로 편리하게 사용될 수 있으며, 불산에 비해 구강내에서 사용하기에 보다 안전하기 때문에 이러한 편의성 때문인지 북미, 영국, 스칸디나비아, 독일을 취합한 Survey에서 diamond bur, bonding과 더불어 가장 빈번하게 선택되고 있었다. 하지만 치질에 대한 인산 etching 효과와는 달리 SEM으로 확인하였을 때, Fawzy 및 El-Askary 모두 인산이 resin 표면을 전혀 변화시키지 못함을 보여주었다. 이는 Phosphoric acid의 기능은 dust나 debris의 제거 정도에 한정된 superficial cleaning effect 뿐이라고 결론 내릴 수 있다. 일부에서는 phosphoric acid 사용 후에 bond strength 감소되었다는 연구 결과도 있지만 (Kashi 2011), 대부분은 같거나 향상된 결과를 보이므로 사용을 금지할 필요는 없을 것이다.

Main은 mechanical이지만 chemical adhesion의 도움을 받을 가능성도 제시되고 있다. 그건 수많은 연구에서 좋은 결과를 보인 silane 인데, 가장 최근 2011년 Kashi의 연구를 보더라도 1주 및 6개월 water storage 후 모두에서 유의하게 Silane + Bonding 군이 가장 높은 결합력을 보였다. 이유로는, 상대적으로 덜 변성된 상태에 있는 filler가 Silane과 Siloxane 결합을 형성하고 new polymer matrix와 결합하게 되는 원리로 결합력을 향상시킨다. Irregular surface에 adhesive의 wettability를 향상시키는 점도 부가적인 효과이다.

Aged resin repair 술식을 요약하자면 치아에는 defect removal, phosphoric acid etching,

bonding agent를 차례로 적용하고, resin에는 defect removal하면서 surface roughening을 동시에 시행하고 silane 처리를 한 다음 bonding agent를 적용한다. 이후 flowable resin으로 intermediate layer를 형성하고 레진 충전을 진행한다 (Fig 1).



Fig 1. Summary of aged resin repair procedure

다음으로 Ceramic repair는 3년 관찰한 임상연구가 있을 정도로 많이 행해지는 술식이고 양호한 성공률을 보인다 (Ozcan 2002). 대부분이 상악 전치부의 파절로 macro-mechanical한 구조를 형성하는 것이 거의 불가능해 micro-mechanical과 chemical한 요소가 중요하다. 1994년 Thurmond는 air abrasion, hydrofluoric acid, phosphoric acid, silane, primer등 다양한 물리화학적 요소들을 비교하였는데 chemical보다 air abrasion이나 불산같은 mechanical이 중요하고, 특히 3개월 thermocycling 후에 더욱 중요하다고 결론 내렸다. 2004년 Shen은 abrasion이나 HF 단독적용보다 같이 적용하는 게 더 좋은 결과를 보인다고 하였다. 한편, 1998 Shahverdi는 비슷한 실험에서 sandblast, HF, silane 중 silane만 뺀 군은 매우 낮은 결합력을 보였는데 silane 처치는 하고 sandblast나 HF 중 하나만 뺀 군은 더 높은 결합력을 보인 결과에서 mechanical 보다는 silane 즉 chemical이 더 중요하다는 결론을 내기도 했다. 그러나 결론은 역시 sandblast, HF, silane을 모두 적용해야 한다는 것이었고 2013년 Magdalena의 review 논문에서도 같은 결론을 확인할 수 있다.

이 중 불산의 경우 적용 시간에 유의해야 한다. 5% 불산을 기준으로 PFG에 사용되는 Feldspar는 2-3분 적용해야 한다. All ceramic에 사용되는 포셀린 중 Leucite-reinforced 계열인 Empress는 60초, Lithium-disilicate 계열인 E.Max Press는 20초가 적절하다. Cerec block 중 Feldspar 계열인 VitaBlocs Mark II는 2-3분, Lithium-disilicate 계열인 E.Max CAD는 20초 적용해야 한다.

Silane 적용시에도 신경 쓸 점이 있다. Silane 적용 후 내층은 strong siloxane bond, 중간층

과 외층은 쉽게 wash out 되는 약한층이 형성된다. 즉, 내층만 남기는 게 접착에 가장 좋은데 100도 heat air가 약한 중간층과 외층을 날려주고 silane과 ceramic의 반응 산물을 제거해 강한 층만 남게 한다.

이상을 바탕으로 세라믹 접착 술식을 요약하면, sandblast로 roughnening을 시행한 후 불산을 포셀린의 종류에 맞게 적절한 시간동안 적용하고 충분히 세척 건조한다. 이후 silane을 적용하고 나서 warm air로 dry 시켜준다. 그 다음 bonding agent를 적용하고 레진 충전을 진행하면 된다 (Fig 2).



Fig 2. Summary of porcelain repair procedure

Resin repair 술식은 여러 한계점을 갖고 있지만, 위의 원칙을 이해하고 정확하게 적용한다면 임상에서 유용한 옵션으로 충분히 활용할 수 있을 것이다.