

즉시 상아질 봉쇄와  
지연 상아질 봉쇄에 따른  
상아질 접촉의  
미세인장 결합강도 비교

연세대학교 대학원  
치 의 학 과  
이 홍 배

즉시 상아질 봉쇄와  
지연 상아질 봉쇄에 따른  
상아질 접촉의  
미세인장 결합강도 비교

지도 김 선 재 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 1월 17일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

이 홍 배

이 흥 배의 석사 학위논문을  
인준함

심사위원 김 선 재 인

심사위원 한 종 현 인

심사위원 심 준 성 인

연세대학교 대학원

2007년 12월 21일

## 감사의 글

“사람이 마음으로 자기의 길을 계획할지라도 그 걸음을 인도하시는 자는 여호와와시니라.” (잠언 16장 9절)

놀라운 사랑과 은혜로 언제나 저를 이끌어주시는 하나님 아버지께 가장 먼저 감사를 드립니다.

이 논문이 완성되기까지 부족한 제자를 이끌어주시고 끊임없는 지도와 격려, 세심한 배려를 해주신 지도교수 김선재 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 논문 작성과 심사에 귀중한 조언과 격려를 해주시고 연구자의 자세를 가르쳐주신 한종현 선생님, 실험하는데 있어 결정적인 도움을 주신 심준성 선생님께도 깊은 감사를 드립니다.

바쁘신 가운데에서도 따뜻한 관심과 조언을 아끼지 않으시고 세세한 부분까지도 교정에 힘써주신 박정원 선생님, 실험방법을 꼼꼼하게 알려주고 챙겨주신 서덕규 선생님께 감사드리고 논문이 완성되는 동안 의국에서 격려를 아끼지 않은 보철과 윤서준, 강동호, 이태훈 선생에게 큰 도움과 위안이 되었다고 전하고 싶습니다.

끝으로 항상 성실한 삶으로 모범을 보이시며 저에게 인생의 바른 길을 제시해주시는 아버지, 저를 위해 눈물로 기도하고 노심초사 아껴주시는 어머니께 감사의 마음을 전하면서 형에게 변함없는 관심으로 격려해주는 의젓한 동생과 이 기쁨을 함께하고 싶습니다.

2008년 1월

이홍배 씀

# 차 례

그림 및 표 차례 .....	ii
국문 요약 .....	iii
I. 서론 .....	1
II. 연구 재료 및 방법 .....	4
1. 연구 재료 .....	4
2. 연구 방법 .....	4
1) 시편의 제작 .....	4
가. 치아의 삭제 .....	4
나. 상아질 접착 및 복합레진 축조 .....	5
다. 시편의 절단 .....	9
2) 미세인장 결합강도 측정 .....	10
III. 연구 결과 .....	12
IV. 총괄 및 고찰 .....	14
V. 결론 .....	18
참고 문헌 .....	19
영문 요약 .....	23

## 그림 및 표 차례

Figure 1. Preparation of tooth .....	5
Figure 2. Preparation of specimen .....	9
Figure 3. Microtensile test .....	10
Figure 4. Microtensile bond strength .....	12
Table 1. Flow chart of procedures of each group .....	6
Table 2. Microtensile bond strength .....	12

## 국문 요약

### 즉시 상아질 봉쇄와 지연 상아질 봉쇄에 따른

### 상아질 접착의 미세인장 결합강도 비교

본 연구의 목적은 즉시 상아질 봉쇄 (immediate dentin sealing ; IDS)을 시행한 경우와 지연 상아질 봉쇄 (delayed dentin sealing ; DDS)를 시행한 경우를 비교하고, 지연 상아질 봉쇄 시 상아질 접착제를 먼저 중합한 경우와 복합레진과 함께 중합한 경우에 있어서 상아질과 복합레진의 결합강도를 비교하는 것이다.

사람의 건전한 대구치 20개의 치관부를 삭제하여 상아질 표면을 노출시켰다. 상아질 접착 후 바로 복합레진을 축조하는 과정에서 군을 4 가지로 나누었다. 대조군은 주수 하에 model trimmer를 이용하여 치관부 삭제 후 바로 2-step etch-and-rinse dentin bonding agent(ONE-STEP, Bisco)를 이용하여 상아질 접착을 시행하고 복합레진(RENEW, Bisco)을 수복하였다. 실험군 A는 치아 삭제 후, Fermit을 이용한 임시수복 상태로 5일간 생리식염수에 보관하였다. 임시수복 제거 후 상아질 접착제를 도포하고 별도의 중합없이 레진을 축조하고 함께 중합하였다. 실험군 B는 치아 삭제 후, 상아질 접착제 도포 및 중합하고 임시수복을 시행하여 5일간 생리식염수에 보관하였다. 임시수복 제거 후 상아질 접착제를 도포하고 별도의 중합없이 레진을 축조하고 함께 중합하였다. 실험군 C는 치아 삭제 후, 임시수복 상태로 5일간 생리식염수에 보관하였다. 임시수복 제거 후, 상아질 접착제를 도포 및 중합하고, 레진을 축조 및 중합하였다.

각 치아를 단면적  $1\text{mm}^2$ , 길이 10-12mm의 막대형 시편으로 절단하여, 미세인장 결합강도를 측정하였다. 측정된 결합강도는 one-way ANOVA를 이용하여 비

교 분석하였으며, 사후 검증은 Scheffe test를 이용하여 분석하였다.

본 실험의 결과는 다음과 같다.

1. 치아 삭제 후 별도의 상아질 접착 시행 없이 임시수복하고, 레진 축조 전 상아질 접착을 도포 후 별도의 중합과정 없이 레진과 함께 중합할 경우, 상아질과의 미세인장 결합강도는 유의하게 낮은 값을 보였다 ( $p < 0.01$ ).

2. 치아 삭제 및 임시 수복 기간 후, 상아질 접착제를 먼저 중합하고 복합 레진을 수복하는 경우와 치아 삭제 후 상아질 접착을 시행하고 수복물 장착 시 상아질 접착을 재시행하는 경우 간의 상아질에 대한 결합강도의 차이는 없었다 ( $p > 0.05$ ).

---

핵심 되는 말 : 즉시 상아질 봉쇄, 지연 상아질 봉쇄, 상아질 접착, 미세인장 결합강도

# 즉시 상아질 봉쇄와 지연 상아질 봉쇄에 따른 상아질 접착의 미세인장 결합강도 비교

<지도교수 : 김 선 재>

연세대학교 대학원 치의학과

이 흥 배

## I. 서 론

Porcelain laminate veneer나 all-ceramic crown 등을 통한 전치부 심미 수복의 경우, 주로 레진 시멘트를 이용한 접착을 하게 된다. 접착을 시행할 상아질 표면은 치아 삭제 후 최종 보철물을 장착하기까지의 기간 동안 타액과 세균에 의한 오염이나 과민증 등의 문제가 초래될 수 있다<sup>1</sup>.

Paul 등은 임시수복 시 사용되는 임시 시멘트에 의한 치아 표면의 오염을 방지하기 위해 상아질 접착제를 임시수복 전에 도포 및 중합하고 수복물 장착 시 한번 더 도포하고 장착과 함께 중합하는 방법인 dual bonding technique을 제안하였다<sup>2</sup>. Magne은 dual bonding technique을 사용하여 즉시 상아질 봉쇄(immediate dentin sealing ; IDS)를 제안하였으며, 치아삭제 직후의 상아질에 접착제를 도포함으로써 혼성층(hybrid layer)의 함몰을 방지하고 높은 결합강도를 얻을 수 있다는 점을 강조하였다<sup>3</sup>. 즉시 상아질 봉쇄의 방법이 전통적으로 이용되는 방법인 수복물 장착 당일에 상아질 접착과 레진 시멘트의 접착을 동시에 시행하는 경우와 비교하여 상아질과 접착 레진의 결합강도가 유의성 있게 높은 결과를 보였다고 보고한 바 있다<sup>4</sup>.

하지만 즉시 상아질 봉쇄는 기존의 전통적인 과정보다 복잡한 부가적 술식들이 필요하여 시간이 오래 걸리는 방법이다. 인상채득 전에 적용한 상아질 접착제가 치아 삭제 시 법랑질 상에 형성한 margin까지 덮게 되는 경우, 이상적인 변연 형태를 위해서는 즉시 상아질 봉쇄 후 법랑질 변연 형성을 다시 해주어야 한다<sup>3</sup>. 또한 상아질 접착제의 oxygen inhibition layer는 polyvinylsiloxane, polyether 등의 인상재가 중합되는 것을 방해하기 때문에, 상아질 접착제를 중합할 때 glycerin 등을 적용하고 중합시켜 oxygen inhibition layer의 형성을 방지하거나 인상을 채득하기 전 아세톤으로 치아 표면을 닦아내어 oxygen inhibition layer를 완전히 없애기 위한 작업이 필요하다<sup>3,5</sup>. 임시수복 시에는 중합시킨 접착제 위로 petroleum jelly 등을 이용하여 충분한 차단막을 형성하지 않으면, 레진계의 임시수복재와 접착제가 반응하여 이후 임시수복물을 제거하기 매우 어렵다는 점도 주의해야 한다<sup>3</sup>.

전통적인 방법인 지연 상아질 봉쇄에 비해 즉시 상아질 봉쇄가 상아질에 대한

결합강도가 우수하다는 것을 보여주는 Magne의 연구에서, 지연 상아질 봉쇄의 방법을 고찰해 보면 상아질 접착제 도포 후 먼저 중합시키지 않고 그 위로 수복레진을 축조 후 함께 중합시키는 방법을 사용하였다<sup>4</sup>. 이는 상아질 접착제를 먼저 중합하면, 그 두께가 최대 200-300 $\mu$ m까지 가능하여 보철물의 적합을 방해할 수 있기 때문에 이를 방지하기 위해 추천되는 방법이다<sup>4,6</sup>. 하지만 이와 같이 상아질 접착제를 먼저 중합하지 않고 레진과 함께 중합하는 방법은 상아질에 대한 결합강도를 저하시키는 요인이 된다<sup>7,8</sup>.

이에 임상과정에서는 두껍지 않은 상아질 접착제를 사용하여, 보철물 장착에 방해되지 않으면서도 접착제를 먼저 중합함으로써 결합강도를 높게 얻을 수 있는 방법이 사용되고 있지만, 그럼에도 불구하고 이 방법에 대한 고찰이 부족하다. 본 연구의 목적은 즉시 상아질 봉쇄를 시행한 경우와 지연 상아질 봉쇄를 시행한 경우를 비교하고, 지연 상아질 봉쇄 시 상아질 접착제를 먼저 중합한 경우와 복합레진과 함께 중합한 경우에 있어서 상아질과 복합레진의 결합강도를 비교하는 것이다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

치관부에 우식, 결함 및 수복물이 없는 20개의 대구치를 실험치아로 사용하였다. 스케일러를 이용하여 표면에 부착된 연조직과 무기물을 제거한 후 실험 전까지 생리식염수에 보관하였다. 필러를 포함하지 않는 상아질 접착제(ONE-STEP, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA)를 사용하였고, 복합레진으로는 광중합형 복합레진(RENEW, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA)을 이용하였으며, 접착제와 복합레진의 중합을 위하여 광조사기(Satelec Mini LED, Satelec, Bordeaux, France)를 사용하였다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 시편 제작

##### 가. 치아의 삭제

각 치아의 편평한 상아질 면을 얻기 위해 주수 하에 model trimmer를 이용하여 치관부를 삭제하여 교합면측 법랑질을 포함한 표층 상아질을 제거하여 교합면 소와나 열구의 기저부가 사라질 때까지 삭제하였다. 절단된 시편 중 치수각이 노출된 치아는 시편에서 제외하였다. 600 grit silicon carbide abrasive paper(DEERFOS, Incheon, Korea)를 이용하여 표면을 연마한 후, air-water 시린지를 이용하여 깨끗이 세척하였다 (Figure 1).



Figure 1. Preparation of tooth

a, b: before the preparation of tooth

c, d: after the preparation of tooth

#### 나. 상아질 접착 및 복합레진 축조

상아질 표면이 노출된 20개의 치아는 무작위로 5개씩 선택하여 1개의 대조군과 3개의 실험군(A, B, C군)으로 분류하였다(Table 1). 산부식과 상아질 접착의 과정은 제조사의 지시를 따라 시행하였다.

Table 1. Flow chart of procedures of each group

(E: Etching, DBA: Dentin bonding agent application, Cu: light-curing of dentin bonding agent, Storage: storage in saline with provisional restoration with Fermit, Resin: composite resin build-up)

Procedure	Control	A	B	C
Preparation	O	O	O	O
E, DBA, Cu			O	
Storage		O	O	O
E, DBA	O	O	O	O
Cu	O			O
Resin	O	O	O	O

① 대조군

치아 삭제 후 바로 산부식을 시행하였다. 32% 인산(UNI-ETCH, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA)을 상아질면에 15초간 적용 후, 수세하였다. 제조사의 지시대로 수분을 함유한 면구를 이용하여 상아질 표면에 남아있는 과잉의 수분을 제거하면서 상아질면이 윤택하게 보이도록 하였다.

상아질 접착제를 microbrush에 충분히 적신 후 연속적으로 2회 도포하였다. air 시린지로 가볍게 5초간 건조한 후 10초간 광중합 하였다. 복합레진을 1.5mm 씩 4회 축조하여 높이 6mm가 되도록 한 후, 미세인장 결합강도 검사 전까지 24시간 증류수에 보관하였다.

② A군 ; 지연 상아질 봉쇄군 1

A군은 최종 수복 전 광중합을 시행하지 않은 지연 상아질 봉쇄군으로서, 치아 삭제 후 임시수복제(Fermit, Ivoclar Vivadent, Schraan, Liechtenstein)로 노출된 상아질을 덮어서 임시 수복하였다. 생리식염수에 5일간 보관 후, 임시 수복물을 제거하고 airborne-particle abrasion (RONDOflex, KaVo, Lake Zurich, Ill)을 이용하여 상아질 표면을 깨끗이 하였다.

32% 인산을 상아질면에 15초간 적용 후, 수세하였다. 제조사의 지시대로 수분을 함유한 면구를 이용하여 상아질 표면에 남아있는 과잉의 수분을 제거하면서 상아질면이 윤택하게 보이도록 하였다.

상아질 접착제를 microbrush에 충분히 적신 후 연속적으로 2회 도포하였다. air 시린지로 가볍게 5초간 건조한 후 광중합은 하지 않고 바로 복합레진을 1.5mm 축조 한 후 함께 광중합하였다. 이후 1.5mm 씩 적층법으로 축조하여 높이 6mm가 되도록 한 후, 미세인장 결합강도 검사 전까지 24시간 증류수에 보관하였다.

③ B군 ; 즉시 상아질 봉쇄군

치아 삭제 후 바로 산부식을 시행하였다. 32% 인산을 상아질면에 15초간 적용 후, 수세하였다. 제조사의 지시대로 수분을 함유한 면구를 이용하여 상아질 표면에 남아있는 과잉의 수분을 제거하면서 상아질면이 윤택하게 보이도록 하였다.

상아질 접착제를 microbrush에 충분히 적신 후 연속적으로 2회 도포하였다. air 시린지로 가볍게 5초간 건조한 후 10초간 광중합 하였다. petroleum

jelly로 접착면을 보호한 후, 임시수복제로 노출된 상아질을 덮어서 임시 수복하였다. 생리식염수에 5일간 보관 후, 임시 수복물을 제거하고 airborne-particle abrasion을 이용하여 상아질을 깨끗이 하였다.

32% 인산을 상아질면에 15초간 적용 후, 수세하였다. 제조사의 지시대로 수분을 함유한 면구를 이용하여 상아질 표면에 남아있는 과잉의 수분을 제거하면서 상아질면이 윤택하게 보이도록 하였다.

상아질 접착제를 microbrush에 충분히 적신 후 연속적으로 2회 도포하였다. air 시린지로 가볍게 5초간 건조한 후 광중합은 하지 않고 바로 복합레진을 1.5mm 축조 한 후 함께 광중합하였다. 이후 1.5mm 씩 적층법으로 축조하여 높이 6mm가 되도록 한 후, 미세인장 결합강도 검사 전까지 24시간 증류수에 보관하였다.

#### ④ C군 ; 지연 상아질 봉쇄군 2

C군은 최종 수복 전 광중합을 시행한 지연 상아질 봉쇄군으로서, 치아 삭제 후 임시수복제로 노출된 상아질을 덮어서 임시 수복하였다. 생리식염수에 5일간 보관 후, 임시 수복물을 제거하고 airborne-particle abrasion을 이용하여 상아질을 깨끗이 하였다.

32% 인산을 상아질면에 15초간 적용 후, 수세하였다. 제조사의 지시대로 수분을 함유한 면구를 이용하여 상아질 표면에 남아있는 과잉의 수분을 제거하면서 상아질면이 윤택하게 보이도록 하였다.

상아질 접착제를 microbrush에 충분히 적신 후 연속적으로 2회 도포하였다. air 시린지로 가볍게 5초간 건조한 후 상아질 접착제를 별도로 10초간

광중합 하였다. 복합레진을 1.5mm 씩 적층법으로 축조하여 높이 6mm가 되도록 한 후, 미세인장 결합강도 검사 전까지 24시간 증류수에 보관하였다.

#### 다. 시편의 절단

미세인장 결합강도의 측정을 위해 Low-speed Precision Diamond Saw(Topmet Metsaw-LS, R&B Inc., Daejun, Korea ; 4" Wafering Blade, Allied High Tech Products Inc., Rancho Dominguez, CA, USA)에 치아를 장착하고 주수 하에서 장축 방향으로 절단하여 단면적  $1\text{ mm}^2(1.0\text{ mm} \times 1.0\text{ mm})$ , 길이 약 10-12 mm의 막대 형태의 시편을 얻어내었다(Figure 2).

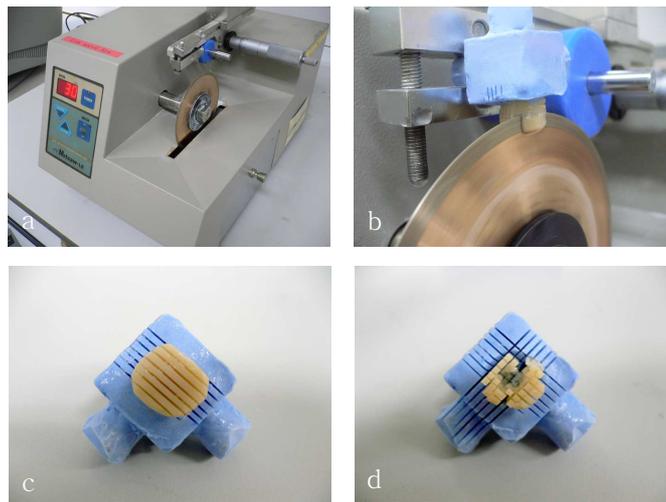


Figure 2. Preparation of specimen

- a: Low-speed Diamond Saw
- b: cutting of tooth
- c: specimen of plate form
- d: specimen of beam form

## 2) 미세인장 결합강도 측정

시편은 표면에 이물질이 묻어 있지 않도록 증류수로 세척한 후 paper towel 위에서 과도한 수분을 제거하고, Microtensile Tester (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA)의 test jaw 위에 시편을 올려놓았다. 이 때 시편을 test block key와 평행하게 위치시켜 측방 영향요소가 생기지 않도록 하였으며, cyanoacrylate (Zapit Base, Dental ventures of america inc., Corona, CA, USA)를 시편의 양 끝에 각각 두방울씩 떨어뜨려 시편의 양끝을 덮은 후, microbrush로 accelerator(Zapit Accelerator, Dental ventures of america inc., Corona, CA, USA)를 Zapit Base 위에 소량 적용하였다. 완전히 경화된 후 test block을 microtensile tester에 위치시킨 후 미세인장 결합강도를 측정하였다.

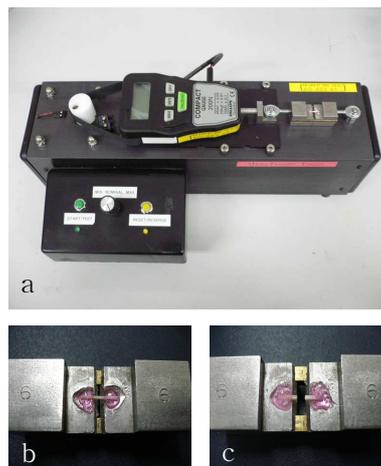


Figure 3. Microtensile test

a: Microtensile tester

b: before the test

c: after the test

Digital micrometer(ABSOLUTE DIGIMATIC Caliper CD-15CPX, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 각 시편의 가로, 세로 길이를 계측하고 얻은 단면적으로 측정된 미세인장 결합강도를 보정하였다. one-way ANOVA를 이용하여 비교 분석하였으며, 사후 검증은 Scheffe test를 이용하여 분석하였다.

### III. 연구 결과

측정 후 보정된 각 군의 미세인장 결합강도의 평균치와 표준편차는 Table 2에 표시하였으며 Figure 4는 이를 그래프로 나타낸 것이다. 보정을 위해 계측된 시편의 가로, 세로 두께는 0.71~1.20 mm의 범위 내에 분포하고 있었으며 평균 0.97 mm( $\pm 0.10$  mm)의 값을 보였다.

Table 2. Microtensile bond strength (MPa)

	Control(n=35)	A(n=35)	B(n=35)	C(n=35)
Mean	36.4	22.6	36.6	37.7
SD	7.6	6.3	12.2	7.7

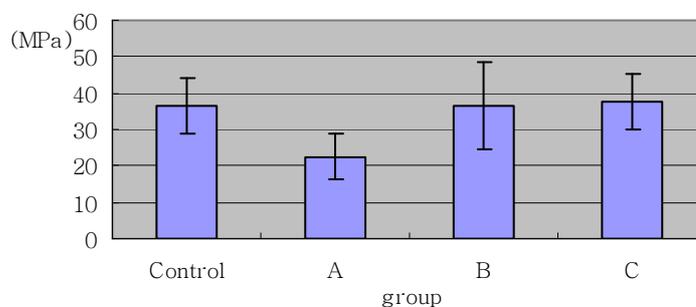


Figure 4. Microtensile bond strength (MPa)

각 군의 상아질에 대한 미세인장 결합강도는 대조군에서 36.4( $\pm 7.6$ ) MPa, A군에서 22.6( $\pm 6.3$ ) MPa, B군에서 36.6( $\pm 12.2$ ) MPa, C군에서 37.7( $\pm 7.7$ ) MPa를 나타

내 C군이 가장 높은 결합강도를 나타냈다(Table 2).

각 군에서 상아질에 대한 미세인장 결합강도의 차이를 알아보기 위해 one-way ANOVA를 분석한 결과, 대조군, A군, B군, C군 간의 차이가 유의하게 나타났다( $F(1,139)=23.55$ ,  $p<0.01$ ). Scheffe 검증을 통한 사후검증 분석 결과, A군은 대조군과 B군, C군보다 통계적으로 유의하게 낮은 인장강도를 보였으며 ( $p<0.01$ ), 대조군, B군, C군간에는 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

#### IV. 총괄 및 고찰

수복과정에서 치아 삭제 후 상아질의 노출은 필연적이며 치수보호, 기능적 심미적 유지를 위한 임시수복을 시행하게 된다. 전통적으로 사용되어 온 세라믹 수복물의 접착 방법은 임시수복물 제거 후 최종 보철물 장착 시 법랑질 및 상아질 접착 과정을 시행하는 것이다. 이 때의 상아질 접착 술식은 상아질 접착제 도포 및 중합 후 레진 시멘트를 적용하는 방법과 레진 시멘트와 함께 상아질 접착제를 중합하는 2가지 방법이 이용된다. 결합강도의 비교에서는 상아질 접착제를 먼저 중합하고 레진시멘트를 중합시키는 방법의 결합강도가 더 높게 보고되었다<sup>7,8</sup>. Dietschi 등은 상아질 접착제와 복합레진을 함께 중합시키는 경우, 상아질 접착제가 중합되지 않은 상태에서 복합레진이 축조되거나 수복물이 위치될 때 발생하는 압력에 의해 중합되지 않은 접착제와 상아질의 혼성층(hybrid layer)이 함몰되는 현상이 발생하기 때문에 낮은 결합강도가 초래된다고 추정하였다<sup>8</sup>.

상아질 접착제를 먼저 중합시키는 경우, 결합강도의 측면에서는 유리하나 상아질 접착제의 중합 두께 만큼 계면이 두꺼워지는 문제점이 있었다. Pashley 등은 중합된 상아질 접착제의 두께는 표면의 기하학적인 형태에 따라 다양하게 나타나는데, 볼록한 면에서 평균 60-80 $\mu\text{m}$ , 오목한 면에서 평균 200-300 $\mu\text{m}$ 의 두께를 보였다고 보고하였다<sup>1</sup>. 결과적으로, 상아질 접착제를 먼저 중합하는 경우, 그 두께로 인해서 완전한 수복물의 장착을 방해할 수도 있다. 임상 과정에서는 이러한 이유로 상아질 접착제를 먼저 중합하지 않고, 수복물을 완전히 장착시킨 후에 레진 시멘트와 함께 중합시키는 방법이 선호되었다. 하지만 Pashley 등의 실험에서 200-300 $\mu\text{m}$ 의 두께를 보인 상아질 접착제는 powdered PMMA와 4-META를 함유한 것으로 일반적으로 임상에서 사용되는 상아질 접착제의 두께보다는 매우 큰

두께를 보였다. 임상에서 흔히 사용되는 7가지 상아질 접착제를 이용한 Santos 등의 연구에 따르면, 상아질 접착제를 먼저 중합한 경우에도 표면의 형태에 따라 2.2-25.5 $\mu$ m의 접착제 두께가 측정되어 보철물 장착에 방해되지 않는 범위에 있었다<sup>9</sup>.

전통적인 방법에서 임시수복 기간은 상아질 오염과 과민증을 유발시킬 수 있다<sup>1</sup>. 이런 문제를 해결하기 위해 dual bonding technique이 제안되었고<sup>2,10</sup>, 이를 응용한 immediate dentin sealing이 제안되었다<sup>3</sup>. 이 두 방법은 모두 치아 삭제 후 즉시 상아질 접착제를 도포, 중합 후 인상을 채득하는 방법으로서, 상아질 오염을 방지하고 높은 결합강도를 유지하면서 수복물의 불완전한 장착을 예방하는 방법이다<sup>4,11</sup>.

본 실험의 결과에서, 즉시 상아질 봉쇄군은 수복물 접착 전 상아질 접착제를 중합한 자연 상아질 봉쇄군과 결합강도의 차이가 없었다. 본 연구의 3가지 실험군 중 유일하게 결합강도가 유의성 있게 낮게 나온 A군은 상아질 접착제를 먼저 중합하지 않고, 복합 레진과 함께 중합한 군이다. 결국 결합강도의 차이는 수복 전 상아질 접착제 중합 여부에 따라 크게 차이가 남을 알 수 있다. 이와 같이 상아질 접착제를 미리 중합하지 않은 경우, 미리 중합한 경우보다 약한 결합강도를 보이는 것은 이전에 보고된 연구들과 부합되는 것이다<sup>7,8</sup>.

이에 대하여 몇 가지 요인을 고려할 수 있는데, 첫 번째는 상아질과 상아질 접착제 간에 형성된 혼성층이 결합강도에 미치는 영향을 생각해 볼 수 있다. 상아질 접착제의 두께로 인한 수복물의 불완전한 장착을 피하기 위하여, 수복물을 위치시킬 때 상아질 접착제를 중합되지 않은 상태로 두는 것이 추천되는데, 여기서 수복물을 장착시키는 동안 발생하는 레진 시멘트의 압력은 탈회된 교원질 섬유를 함

물시키고, 이어서 결합계면의 응집력을 저하시킬 수 있는 것으로 추정된다고 Dietschi와 Magne는 언급하였다<sup>6,12</sup>. 하지만 본 연구에서 중합되지 않은 상아질 접착제 위로 복합레진을 축조하면서 가해진 압력은 최종 수복물을 장착할 때의 압력과 비교할 때 매우 작은 값으로 보인다. 때문에 압력에 의한 교원질 섬유 함몰보다는 다른 요인을 더 비중있게 고려해 볼 수 있다.

두 번째로 생각해 볼 수 있는 요인은 광중합 깊이로 인한 상아질 접착제의 중합도 저하이다. 상아질 접착제를 복합레진과 함께 중합할 때, 1.5mm의 두께의 레진 위로 조사되는 중합광원에 의한 상아질 접착제의 중합도가 충분치 못할 가능성이 있다. 중합광원이 통과하는 레진의 두께를 증가시킬수록 레진의 중합도가 감소하는 것은 많은 연구를 통해 보고되었다<sup>13-16</sup>. DeWald 등은 3가지 복합 레진을 이용한 광중합 깊이에 대한 연구에서, 복합 레진의 두께가 1mm에서 5mm까지 두꺼워질수록 Knoop 경도와 중합도(Degree of Conversion)가 모든 군에서 감소하는 것을 보고하였다<sup>13</sup>. 본 실험의 A군에서 1.5mm 두께의 레진을 통과한 중합광원에 의한 상아질 접착제의 중합도는 레진을 통과하지 않고 상아질 접착제에 직접 중합광원이 조사되는 다른 대조군, B군, C군보다 낮은 중합도를 보일 것이며, 이는 낮은 결합강도를 초래하게 될 것이다. 이점을 임상 과정에 적용시켜보면, 보철물 장착 시 상아질 접착제를 레진 시멘트와 라미네이트 등의 세라믹 수복물과 함께 중합할 경우, 레진시멘트와 세라믹 수복물의 두께로 인해 결합강도는 저하될 수 있을 것이다. 실제로 세라믹 디스크를 투과하여 광중합한 레진 시멘트의 중합 정도를 평가하는 많은 연구들에서 세라믹의 두께가 증가함에 따라 레진 시멘트의 중합도가 감소하는 것이 보고된 바 있으며<sup>17-20</sup>, Jung 등은 다양한 광중합원을 이용한 실험에서 세라믹 두께가 1mm에서 2mm로 두꺼워질 때 레진 시멘트의 중합

깊이가 최대 40%까지 감소하는 것을 보고하였다<sup>21</sup>. 이러한 중합도의 감소는 상아질과 복합레진 사이에 인장력이 발생할 때 저항하는 상아질 접착제의 강도를 저하시킬 것이다.

세 번째로, 복합레진의 중합 수축으로 발생하는 polymerization shrinkage stress의 영향을 들 수 있다. Tay 등은 상아질 접착제를 부족한 강도의 광중합기로 중합한 경우 발생한 상아질 접착제와 복합레진 간의 간극을 주사전자현미경으로 관찰하여 보고하였다<sup>22</sup>. Magne 또한 먼저 중합하지 않고 복합레진과 함께 중합한 상아질 접착제와 복합레진 사이에 발생한 공간을 주사전자현미경으로 관찰하여 보고하였으며, 상아질 접착제는 하방의 상아세관에 균일하게 resin tag를 형성하여 혼성층을 이루고 있었으나 상방의 복합레진과는 분리되어 있는 양상을 보였다<sup>4</sup>. Cho 등은 Class I cavity에서 복합레진을 중합하는데 있어 상아질 접착제를 사용하지 않은 군, 상아질 접착제와 복합레진을 동시에 중합한 군, dual cure 형태의 상아질 접착제를 사용한 후 복합레진을 중합한 군, 상아질 접착제를 먼저 광중합 후 복합레진을 광중합한 4개 실험군으로 나누어 평가한 결과 복합레진을 광중합하기 전에 상아질 접착제를 중합한 경우에서 가장 큰 free surface depression과 가장 적은 interfacial gap이 초래되어 복합레진의 중합수축에서 발생하는 polymerization shrinkage stress를 극복해 적절한 결합력을 얻기 위해서는 상아질 접착제는 반드시 복합레진을 중합하기 전에 미리 중합해야 한다고 하였다<sup>23</sup>.

C군, 즉 수복물 접착 전 상아질 접착제를 먼저 중합시킨 지연 상아질 봉쇄군과 직접 복합레진 수복을 시행한 대조군, 그리고 IDS를 시행한 D군과 비교할 때 결합강도의 차이가 없었다. 이를 볼 때, 임시수복 기간의 유무나 상아질 접착제 중합의 시기가 결합강도에 미치는 영향보다는 상아질 접착제를 충분히 중합시키는 것이 상아질 접착의 미세인장 결합강도 결정에 더욱 중요한 것으로 보인다.

## V. 결 론

이와 같은 일련의 연구 과정을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치아 삭제 및 임시 수복 후, 수복물 장착 시 상아질 접착제를 먼저 중합하지 않고 복합 레진과 함께 중합하는 경우, 상아질에 대한 결합강도는 현저하게 감소한다 ( $p < 0.01$ ).

2. 치아 삭제 및 임시 수복 후, 수복물 장착 시 상아질 접착제를 먼저 중합하고 복합 레진을 수복하는 경우와 치아 삭제 후 상아질 접착을 시행하고 수복물 장착 시 상아질 접착을 재시행하는 경우 간의 상아질에 대한 결합강도의 차이는 없다 ( $p > 0.05$ ).

## VI. 참고 문헌

- 1:Pashley EL, Comer RW, Simpson MD, Horner JA, Pashley DH, Caughman WF. Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. Oper Dent 1992;17:13-20.
- 2:Paul SJ, Scharer P. The dual bonding technique: a modified method to improve adhesive luting procedures. Int J Periodontics Restorative Dent 1997;17:536-45.
- 3:Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. J Esthet Restor Dent 2005;17:144-55.
- 4:Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. J Prosthet Dent 2005;94:511-9.
- 5:Rubel BS. Impression materials: a comparative review of impression materials most commonly used in restorative dentistry. Dent Clin North Am. 2007 Jul;51(3):629-42.
- 6:Magne P, Douglas WH. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. Int J Prosthodont 1999;12:111-21.

- 7:McCabe JF, Rusby S. Dentine bonding – the effect of pre-curing the bonding resin. *Br Dent J* 1994;176:333–6.
- 8:Dietschi D, Herzfeld D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. *Eur J Oral Sci* 1998;106:1033–42.
- 9:Santos MJ, Navarro MF, Tam L, McComb D. The effect of dentin adhesive and cure mode on film thickness and microtensile bond strength to dentin in indirect restorations. *Oper Dent*. 2005;30:50–7.
- 10:Bertschinger C, Paul SJ, Luthy H, Scharer P. Dual application of dentin bonding agents: effect on bond strength. *Am J Dent* 1996;9:115–9.
- 11:Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent*. 2007 Sep;98(3):166–74.
- 12:Dietschi D, Magne P, Holz J. Bonded to tooth ceramic restorations: in vitro evaluation of the efficiency and failure mode of two modern adhesives. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 1995;105(3):299–305.

- 13:Forsten L. Curing depth of visible light-activated composites. *Acta Odontol Scand.* 1984;42:23-8.
- 14:DeWald JP, Ferracane JL. A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light-activated composites. *J Dent Res* 66(3):727-30
- 15:Tulunoglu O, Uctash M, Alacam A, Omurlu H. Microleakage of light-cured resin and resin-modified glass-ionomer dentin bonding agents applied with co-cure vs pre-cure technique. *Oper Dent.* 2000;25:292-8.
- 16:Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *J Oral Rehabil.* 2002;29:1165-73.
- 17:Okamoto M, Mine A, Watanabe K, Kawahara D, Yatani H. Porcelain veneer bonding to dentin and the curing performance of plasma-arc light with respect to porcelain thickness. *Dent Mater J.* 2003 Sep;22(3):313-20.
- 18:Barghi N, McAlister EH. LED and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. *Compend Contin Educ Dent.*

2003 Jul;24(7):497–500, 502, 504

19:Meng X, Yoshida K, Atsuta M.Hardness development of dual-cured resin cements through different thicknesses of ceramics.Dent Mater J. 2006 Mar;25(1):132–7.

20:Soares CJ, da Silva NR, Fonseca RB.Influence of the feldspathic ceramic thickness and shade on the microhardness of dual resin cement.Oper Dent. 2006 May–Jun;31(3):384–9.

21:Jung H, Friedl KH, Hiller KA, Furch H, Bernhart S, Schmalz G.Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs.Oper Dent. 2006 Jan–Feb;31(1):68–77.

22:Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SH. Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions.J Dent Res. 1995 May;74(5):1168–78

23:Cho BH, Dickens SH, Bae JH, Chang CG, Son HH, Um CM. Effect of interfacial bond quality on the direction of polymerization shrinkage flow in resin composite restorations.Oper Dent. 2002 May–Jun;27(3):297–304.

## Abstract

### The comparison of microtensile bond strength with immediate and delayed dentin sealing

Heung-Bae Lee, DDS

*Department of Dentistry  
Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Sunjai Kim, DDS, PhD)

The purpose of this study was to evaluate the effect of various methods of dentin bonding agent application on microtensile bond strength between dentin and resin, using a 2-step etch-and-rinse dentin bonding agent.

Twenty freshly extracted human molars were obtained and divided into 4 groups of 5 teeth. 2-step etch-and-rinse dentin bonding agent(ONE-STEP) was used for all groups. The control specimens were prepared using a direct immediate bonding technique. The delayed dentin sealing (A, C) specimens were prepared using an indirect approach with delayed dentin sealing. For group A, resin was built-up on uncured dentin bonding agent, and for group C, resin was built-up on pre-cured dentin bonding agent. Preparation of the immediate dentin sealing (B) specimens also used an indirect approach with immediate dentin sealing immediately following preparation. All teeth were prepared for a microtensile bond strength test. Specimens were stored in water for 24 hours. Ten beams ( $1.0 \times 1.0 \times 11$  mm) from each tooth were selected for testing. Bond strength data (MPa) were analyzed with a one-way ANOVA test, and post hoc comparison was done using the Scheffe's test.

The mean microtensile bond strengths of control group, B and C(DDS with pre-cure) were not statistically different from each other at 32.7, 33.3, 34.2 MPa. the bond strength for group A(DDS without pre-cure), 19.5 MPa, was statistically different( $p < 0.01$ ) from the other 3 groups.

When preparing teeth for indirect bonded restorations, DDS with pre-curing dentin bonding agent and IDS results in the same bond strength between dentin and resin. On the contrast, the bond strength was decreased when DDS without pre-curing dentin bonding agent was used.

---

Key words: immediate dentin sealing, delayed dentin sealing, dentin bonding, microtensile bond strength