단일 용기형 상아질 접착제와 수복용 복합 레진의 제조사간 호환성에 관한 연구

연세대학교 대학원

치 의 학 과

송 민 주

단일 용기형 상아질 접착제와 수복용 복합 레진의 제조사간 호환성에 관한 연구

지도 노 병 덕 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2009년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

송 민 주

송민주의 석사 학위논문을 인준함

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

연세대학교 대학원

2009년 6월 일

감사의 글

배움의 길이 무엇인지도 모르던 제게 보존과에서 함께 한 지난 3년간의 시간은 학문적으로 인간적으로나 무척이나 소중했던 시간들이었습니다. 아직도 많이 부족하지만 많은 것을 깨닫고 느끼게 해 주신 여러 선생님들께 진심으로 감사의 말을 전하고자 합니다.

실험계획에서부터 부족하기만 했던 제 논문이 완성되기까지 처음부터 끝까지 지도해 주신 노병덕 교수님께 깊은 존경과 감사를 드립니다. 또, 바쁘신 와중에도 논문의 세세한 부분까지 챙겨주신 박성호 교수님과 정확한 지적으로 저의 부족함을 고쳐주신 박정원 교수님께도 깊은 감사를 드리는 바입니다.

아울러 수련 기간 내내 끊임 없는 관심과 지도로 저를 이끌어 주신 이찬영 교수님, 이승종 교수님, 김의성 교수님, 정일영 교수님, 공형규 교수님 그리고 신수정 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

실험을 진행하는데 있어 여러모로 도움을 준 김선일 선생을 비롯한 1년차, 2년차 선생들 에게도 깊은 감사를 드리며, 특히 지금의 제가 있기까지 함께 해 준 보존과 동기들에게 큰 감사를 드립니다.

마지막으로 힘들 때마다 마음속에 힘이 되어준 민영, 재원이와 함께 이 기쁨을 나누고 항상 철없는 딸에게 변치 않은 사랑을 보여주시며 응원해주시는 부모님께 이 논문을 바칩니다.

2009년 6월

저자 씀

차 례

그림 차례 ····· ii
표 차례 ····· iii
국문요약 ····· iv
Ⅰ. 서 론 ····· 1
Ⅱ. 재료 및 방법 ····· 4
1. 연구 재료 ····· 4
2. 연구 방법 ····· 7
가. 치아 절편 제작 ····· 7
나. 접착 과정 ····· 7
다. 미세 전단 접착 강도 시험 ····· 8
라. 주사 전사 현미경 관찰 ····· 9
마. 통계 분석 ····· 9
Ⅲ. 결 과 ····· 10
1. 미세 전단 접착 강도 ····· 10
가. 상아질 접착제별 복합레진의 접착 강도 ····· 10
나. 복합 레진별 상아질 접착제의 접착 강도 ····· 16
2. 주사 전자 현미경 관찰 ····· 22
Ⅳ. 고 찰 ····· 23
Ⅴ. 결 론 ····· 28
참고 문헌 ····· 29
Abstract ····· 33

그림 차례

Fig 1.Tooth slice and specimen hole ····· 7

Fig 2. Preparation of specimen for micro-shear bond test ····· 8

Fig 3. Wire-loop method (EZ test, Shimadzu, Japan) ····· 9

Fig 4. Micro-shear bond strength of dentin adhesive system ····· 10

Fig 5. Comparison of composite resins in BondForce ····· 11

Fig 6. Comparison of composite resins in iBond ····· 12

Fig 7. Comparison of composite resins in Xeno V ····· 13

Fig 8. Comparison of composite resins in Clearfil S^3 Bond ····· 14

Fig 9. Comparison of composite resins in G-Bond ····· 15

Fig 10. Micro-shear bond strength of composite resins ····· 16

Fig 11. Comparison of dentin adhesive systems in Estelite Quick ····· 17

Fig 12. Comparison of dentin adhesive systems in Charisma ····· 18

Fig 13. Comparison of dentin adhesive systems in Ceram X Duo ····· 19

Fig 14. Comparison of dentin adhesive systems in Clearfil Majesty ····· 20

Fig 15. Comparison of dentin adhesive systems in Gradia Direct ····· 21

Fig 16. SEM observation of fracture site of BF, IB, XV, CS and GB adhesive groups ····· 22

Fig 17. Fracture pattern of IB, BF and GB adhesive groups ····· 27

표 차례

Table 1. Composition of Dentin adhesive systems ····· 4

Table 2. Bonding instructions of the adhesive systems ····· 5

Table 3. Composition of Composite resins used in this experiment ····· 6

Table 4. Experimental groups ····· 8

Table 5. Micro-shear bond strength and statistical analysis in BondForce ····· 11

Table 6. Micro-shear bond strength and statistical analysis in iBond ····· 12

Table 7. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Xeno V ····· 13

Table 8. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Clearfil S^3 Bond ····· 14

Table 9. Micro-shear bond strength and statistical analysis in G-Bond ····· 15

Table 10. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Estelite Quick ····· 17

Table 11. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Charisma ····· 18

Table 12. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Ceram X Duo ····· 19

Table 13. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Clearfil Majesty ····· 20

Table 14. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Gradia Direct ····· 21

국 문 요 약

단일 용기형 상아질 접착제와 수복용 복합 레진의 제조사간 호환성에 관한 연구

이번 연구의 목적은 최근 출시되고 있는 one-step self-etch adhesive(one bottle)과 복합레진을 대상으로 미세-전단 접착 강도를 측정 비교하여, 각 제조사의 system에 따른 특이성 여부를 판단하고자 하는 것으로, 같은 제조사 제품간의 조합이 다른 제조사 제품과의 조합보다 유의차 있게 높은 접착강도를 보인다고 가정하였다.

다섯 개의 상아질 접착제(BondForce, iBond, Xeno V, Clearfil S^3 Bond, G-Bond)와 다섯 개의 복합 레진(Estelite Quick, Charisma, Ceram X Duo, Clearfil Majesty, Gradia Direct)이 실험에 사용되었고, 사람의 치아를 교합면에 평행하게 절단한 후, 미세-전단 접착 강도 시험을 시행하였다. 또, 파절 양상을 주사 전자 현미경으로 관찰하였다. 실험 결과는 one way ANOVA로 각각의 상아질 접착제와 복합 레진 내에서 제조사간의 차이를 측정하고, LSD와 Tukey test를 이용하여 신뢰구간 95%에서 사후 분석하였다.

실험 결과, 상아질 접착제의 접착강도는 Xeno V (16.0±3.5MPa), G-Bond (14.7±3.4MPa), Clearfil S^3 Bond (14.6±3.5MPa), iBond (12.0±4.4MPa), BondForce (11.7±4.2MPa) 순으로 나타났다. 모든 상아질 접착제군에서 각각 사용된 복합 레진에 따라 접착 강도의 차이를 보였으며, IB군에서는 IB-EQ와 IB-CD가 높은 접착 강도를 보였고, GB군에서는 GB-CD가 다른 복합 레진 보다 높은 접착 강도를 보였다($p<0.05$). 같은 제조사 제품의 조합은 대부분의 경우, 각 군 내에서 좋은 결과를 보였으나 IB-CH군의 경우는 평균보다 낮은 결과를 보였다. 가설과 달리 동일 제조사간의 제품 조합이 통계적으로 유의차 있게 높은 접착 강도를 보인 군은 없었다.

복합 레진의 접착강도는 Ceram X Duo (16.2±4.2MPa), Estelite Quick (14.6±4.0MPa), Clearfil Majesty (12.9±3.4MPa), Gradia Direct (12.8±3.4MPa),

Charisma (12.5±4.5MPa) 순으로 나타났다. EQ를 제외한 모든 복합 레진 군에서 상아질 접착제에 따른 접착 강도 차이를 보였고, GD-IB는 GD 군 내에서 다른 상아질 접착제보다 유의성 있게 낮은 결과를 보였다($p<0.05$). 복합 레진에서도 상아질 접착제와 마찬가지로 동일 제조사 제품간의 조합이 유의성 있게 높은 접착강도를 보인 군은 없었다.

위의 결과로 볼 때, 상아질 접착제와 복합레진의 사용시 동일 제조사 제품의 조합이 미세-전단 접착 강도에 영향을 미치는 결정적인 요소는 아니며, 이는 각각의 상아질 접착제와 복합레진 자체의 특이성에 의해 결정된다고 할 수 있다.

핵심되는 말: 미세-전단 결합 강도, 상아질 접착제, 복합 레진, one-step self-etch adhesive(one bottle), 호환성

단일 용기형 상아질 접착제와 수복용 복합 레진의 제조사간 호환성에 관한 연구

<지도교수 : 노 병 덕>

연세대학교 대학원 치의학과

송 민 주

Ⅰ. 서 론

접착 수복물의 궁극적인 목적은 치아와 수복재간의 밀접한 접합을 이루는 것이다. 법랑질에 대한 접착과는 달리 상아질의 접착은 좀 더 어렵고 예측하기 힘들다. 법랑질이 96%의 hydroxyapatite로 구성되어 있는 반면, 상아질은 상당한 수분과 유기질-주로 1형 교원질을 포함하고 있다.(Asmussen, 1992) 이러한 구조는 접착제가 상아질에 대한 접착을 어렵게 만든다. 따라서 치아 표면에 수복물을 접착시키기 위한 접착제는 상아질에 대한 접착을 향상시키는데 주안점을 두고 여러 세대에 걸쳐 발전되어 왔다.

상아질 접착제는 처음 개발된 이래로 빠르게 진보하였고, 1990년대 중반에 이르러 multi-step dentin adhesive system의 현저한 발전을 이루었다. 그 후 상아질 접착제는 조작 시간을 줄이고, 술자의 임상 술식에 따른 민감도를 감소시키기 위해 술식의 단순화에 초점을 맞추고 있다.(Meerbeek, 1998) 현재 가장 많이 사용되고 있는 상아질 접착제는 전통적인 etching, priming, bonding의 세 단계에서 priming과 bonding을 합친 self-priming adhesive system과 etching과 priming을 합친 self-etching adhesive system로 결합단계를 줄인 것이다. 그리고 1990년대 후반에는 self-etching primer와 bonding resin 기능을 조합시켜, 한가지 용액으로 법랑질과 상아질을 일괄 처리하여 적절한 접착을 이룰 수 있게 하는 one-step self-etch adhesive(two bottle)이 개발되었다.(Kugel과 Ferrari, 2000) 그러나 이 경우에도 아직 두 개의 용액을 혼합해서 사용해야 하는 번거로운 문제가 있다. 가장 최근에는 single bottle에 etchant, adhesive가 포함되어 두 개의 용액을 혼합해야하는 번거로움을 줄인 one-step self-etch adhesive(one bottle)이 소개되었다.

one-step self-etch adhesive(one bottle)은 접착술식의 단순화 과정으로 치료시간을 단축시키고, 술자의 임상 술식에 따른 차이와 술후 민감도를 감소시키는 장점이 있고, 전단 결합 강도, 변연부 봉쇄 등의 특성도 one-step self-etch adhesive(two bottle)과 큰 차이가 없다고 한다.(Meerbeek, 2001)
2002년 후반 iBond™ 가 처음 출시된 후, 지속적으로 출시되고 있는 one-step self-etch adhesive(one bottle)은 친수성/소수성 성분, 물과 용매의 복잡한 혼합으로 이루어져 있으며, 이전의 상아질 접착제와 화학 조성에 있어서 차이를 보이고 있다.(Landuyt, 2005) 각각의 접착제는 고유한 functional monomer를 가지고 있으며 이것이 상아질과의 화학적 결합의 특성을 결정하며 상아질 접착제의 결합강도를 결정하는 요인으로 작용한다.(Yoshida, 2004)

그리고 1991년 Miyazaki 등은 복합레진의 filler 함량에 따른 중합 수축이 결합강도에 영향을 끼칠 것이라고 하였으며, Asmussen과 Peutzfeldt는 단량체의 종류와 혼합 비율에 따라 복합레진의 강도에도 차이가 있다고 했다. 즉, 복합레진의 조성은 각 제품마다 다양한 차이가 있으며, 이것은 복합레진의 물리적 성질

에 영향을 끼칠 수 있으며, 상아질 접착제의 결합력에도 영향을 끼칠 가능성이 있다.

따라서 각 제조사는 자사의 상아질 접착제와 복합 레진을 사용할 것을 추천하고 있으나 임상 상황에서는 상아질 접착제와 다른 제조사의 복합 레진의 교차사용이 빈번하게 발생하고 있다. 이러한 경우, 접착 강도 저하와 같은 바람직하지 못한 결과를 보일 수 있다는 우려도 제시되고 있으나 접착성능에 관한 실험적인 증명은 부족한 실정이다. 정(2002)은 total etch adhesive system, two-step self etching system을 이용한 제조사간 상아질 접착제와 복합레진의 교차사용에 따른 접착강도의 비교에서 각 제조사의 상아질 접착제와 복합레진을 사용하는 것은 접착강도에 영향을 미치는 결정적인 요소가 아니며, 이는 각각 상아질 접착제와 복합레진 자체의 특이성에 의해 결정된다고 하였다.

이번 연구의 목적은 최근 출시되고 있는 one-step self-etch adhesive(one bottle)과 복합레진을 대상으로 각 제조사의 system에 따른 특이성 여부를 판단하고자 하는 것으로, 같은 제조사 제품간의 조합이 다른 제조사 제품과의 조합보다 유의차 있게 높은 접착강도를 보인다고 가정하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 연구 재료

이 실험은 각각 다섯 개의 상아질 접착제와 해당 제조사의 복합레진을 사용하였고, 시험에 사용된 재료와 방법은 Table 1,2,3에 정리되어 있다.

Table 1. Composition of Dentin Adhesive systems

Products	Composition	code	Manufacturer	Batch No.
BondForce	Methacryloyloxyalkyl acid phosphate, 2-Hydroxyethyl methacrylate, Bis-GMA, Triethylene glycol dimethacrlate, Camphoroquinone Alcohol, C2-4 alkyl, Water	BF	Tokuyama Dental, Japan	YT116Z7
iBond	4-META, UDMA, Glutaraldehyde Camphoroquinone Aceton, Water	IB	Heraeus Kulzer, Germany	010089
Xeno V	Acrylamide alkylsulfonic acid, "inverse" functionalized phosphoric acid ester, Acrylic acid Bifunctional acrylic resin with amide functions Initiator/Stabilizer Tertiary butanol, Water	XV	Dentsply De Trey, Germany	0703001239
Clearfil S^3 Bond	10-MDP, Bis-GMA, HEMA, Hydrophobic dimethacrylate silanated colloidal silica Camphoroquinone Ethanol, Water	CS	Kuraray Dental, Japan	102AC
G-Bond	4-MET, Phosphoric ester monomer, UDMA Silica filler Camphoroquinone Acetone, Water	GB	GC dental product, Japan	070961

Table 2. Bonding instructions of the adhesive systems

Adhesive System	Clinical procedure
BondForce	1.Apply adhesive to the cavity walls. Complete the application within 5 minutes. 2.Rub the applied adhesive along the demarcation line for 20 seconds or more. 3. Apply gentle air to the adhesive surface using a dental syringe with a dental mirror as an air reflector to weaken the air stream for 5 seconds. 4.Then blow the surface with strong air for 5 seconds or more. use a vacuum aspirator to prevent splatter of the adhesive. 5.Light cure the surface for 10 seconds or more.
iBond	1.Shake bottle briefly prior to dispensing. Replace bottle cap immediately after dispensing. 2.Immediately after dispensing, iBond is applied in three consecutive layers. 3.Waits for 30 seconds. slightly agitation during the dwell time may improve demineralization and diffusion. 4.Spread iBOND carefully with a gentle stream to volatilize solvent, until no movement of the adhesive film is detectable. 5.Surface should be visible glossy, both after application of iBOND. If not, apply additional coats of iBOND. 6.Light cure for 20 seconds with a dental curing light.
Xeno V	1.Dispence 1 or 2 drops of Xeno V into a Dentsply Clixdish. Close Xeno V bottle tightly.(In a closed Clixdish Xeno V remains usable for up 30 minutes) 2.Apply Xeno V twice wetting all cavity surface uniformly with each application. 3.Then gently agitate the adhesive for 20seconds. 4.Evaporate solvent by thoroughly blowing with air from an air syringe for at least 5seconds. Avoid pooling. 5.Cure for at least 20 seconds.
Clearfil S^3 Bond	1.Apply bond to the entire cavity wall with a disposable brush tip. Leave it in place for 20 seconds 2.Dry the entire adherent surface sufficiently by blowing high-pressure air for more than 5 seconds while spreading the bond layer thinly, in the presence of vacuum aspirator to prevent bond liquid splatter 3.Light cure the bond for 10 seconds with a dental curing light
G-Bond	1. Prior to dispensing, shake the bottle of G-Bond throughly. replace bottle cap immediately after use. 2. Immediately apply to the prepared enamel and dentin surface using the disposable applicator 3. Leave undisturbed for 5-10 seconds after the end of application 4. Then, dry thoroughly for 5 seconds with oil free air under Maximum air pressure in the presence of vacuum suction to prevent splatter of adhesive 5. Light Cure with a visible light curing unit for 10 seconds

복합레진은 제조사별로 추천되는 제품이나 비슷한 시기에 출시된 것들이 선택되었다. (Table 3)

Table 3. Composition of Composite resins used in this experiment

Products	% of filler	Composition	code	Manufacturer	Batch No.
Estelite Quick	71vol%	Silica-zirconia filler, Composite filer, Bis-GMA, Triethylene glycol dimethacrylate, Camphoroquinone	EQ	Tokuyama Dental, Japan	009EY8
Charisma	64vol%	Bis-GMA, Barium aluminium fluoride glass, highly despersive siliciumdioxyde	CH	Heraeus Kulzer, Germany	010315
Ceram X Duo	57vol%	Methacrylate modified polysiloxane, Demethacrylate resin, Fluorescence pigment, UV stabilizer, Stabilizer, Camphoroquinone, Ethyl-4(dimethylamino) benzoate, Barium-aluminium-borosilicate glass, Methacrylate, functionalised silicone dioxide nano filler, Pigments	CD	Dentsply De Trey, Germany	0706002242
Clearfil Majesty	-	Silanated barium glass filler, Pre-polymerized organic filler, Bis-GMA, Hydrophobic aromatic dimethacrylate, di-Camphoroquinone	CM	Kuraray Dental, Japan	020AB
Gradia Direct (posterior)	65vol%	matrix: UDMA, Dimethacrylate co-monomers filler: Silica, Fluoro-Alumino-Silicate Glass, Prepolymerised filler, Pigments, Catalysts	GD	GC dental product, Japan	0802181

2. 연구 방법

가. 치아 절편 제작

치아 절편은 발치된지 1달 이내의 사람 대구치를 생리 식염수에 보관하고, 저속 다이아몬드 휠(Struers Minitom, DK-2610 Rodøvre, Denmark)을 이용하여, 증류수 주수하에 교합면에 평행하게 2mm 두께로 치아 절편을 제작하였다. 상아질면은 220번 사포를 이용하여 물기가 있는 상태에서 연마하였다.

나. 접착 과정

Post-it(3M)을 두 장 겹쳐 punch를 이용하여 hole을 형성하고, 치아 절편에 붙여서 hole 외에는 치질이 노출되지 않도록 격리시켰다. 제조사의 지시대로 상아질 접착를 도포하고 광중합기(Elipar® FreeLight, 3M ESPE, USA)로 중합한 후에 post it 한 장을 떼어내고 내경 0.7mm, 높이 0.4mm의 Tube(Tygon;Norton perfomance plastic. co. Ohio, USA)를 hole위에 위치시켰다. Table 4에 나오는 조합대로 복합레진을 충전한 후 광중합하였다. 각 군당 15개의 시편이 측정되었으며, 총 25군(5종류의 상아질 접착제와 5종류의 복합 레진)이 실험에 이용되어 총 시편 수는 375개(1군당 시편 15개, 25군)였다.

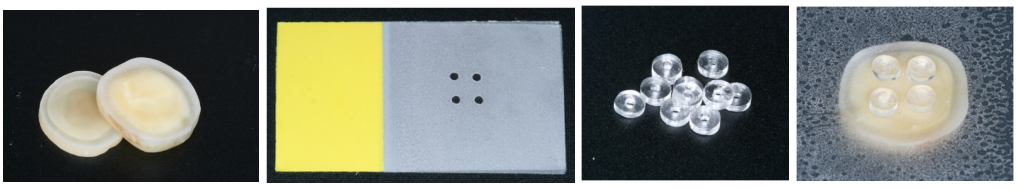


Fig 1. Tooth slice and specimen hole

Table 4. Experimental groups

Adhesive system \ Composite resin	Estelite Quick	Charisma	Ceram X Duo	Clearfil Majesty	Gradia Direct
BondForce	1군	2군	3군	4군	5군
iBond	6군	7군	8군	9군	10군
Xeno V	11군	12군	13군	14군	15군
Clearfil S^3 Bond	16군	17군	18군	19군	20군
G-Bond	21군	22군	23군	24군	25군

Tube와 Post-it을 제거하고 blade를 이용하여 과도한 상아질 접착제를 제거하였다. 이후 시편은 상온의 식염수에 24시간 동안 보관하였다.

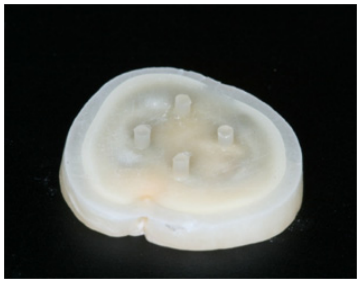


Fig 2. Preparation of specimen for micro-shear bond test

다. 미세-전단 결합 강도 시험

24시간 동안 보관된 치아 시편을 만능시험기(EZ test, Shimadzu, Japan)에 부착하고, 철사를 걸어(wire-loop method) 시편의 하방을 감싸게 위치시키고(Pashley

등, 1995, Erickson, 1989) cross-head speed 0.5mm/min의 속도로 힘을 가했다. 이때 결합이 파괴될 때까지 힘을 가하고, 컴퓨터에 연결된 WinAGSLite 프로그램을 통하여 결합 강도를 측정하였다.

Fig 3. Wire-loop method (EZ test, Shimadzu, Japan)

라. 주사 전자 현미경 관찰

파절 양상의 관찰과 분석을 위하여 파절된 시편 중 일부를 선택하여 SEM 관찰하였고, 각 시편의 파절 양상을 관찰하여, 상아질 접착제별, 복합 레진별로 그 분포를 조사하였다.

마. 통계 분석

결과는 one-way ANOVA로 각각의 상아질 접착제와 복합 레진 내에서 제조사간의 차이를 측정하고, LSD와 Tukey test를 이용하여 신뢰구간 95%에서 사후 분석하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 미세 전단 접착 강도

총 25개 군 중에서 XV-CD 군의 조합이 18.5±2.5 MPa로 가장 높은 수치를 나타냈고, BF-CH 군의 조합이 8.5±1.9 MPa로 가장 낮은 접착강도를 보였다.

가. 상아질 접착제별 복합레진의 접착 강도

각각의 상아질 접착제는 5가지 복합 레진을 이용하여 75개의 결과치를 낼 수 있었고, 이는 한 가지 복합 레진을 사용했을 때보다 일반적인 통용성에 대한 평가가 될수 있다는 장점이 된다. 상아질 접착제의 접착강도는 XV(16.0±3.5MPa), GB (14.7±3.4MPa), CS(14.6±3.5MPa), IB(12.0±4.4MPa), BF(11.7±4.2MPa) 순이다.

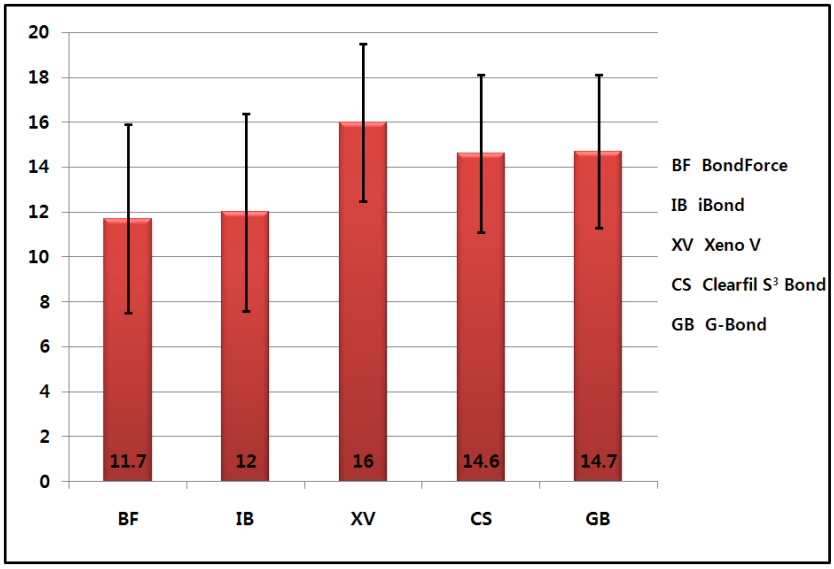


Fig. 4. Micro-shear bond strength of dentin adhesive systems

(1) BondForce 군

상아질 접착제 중 가장 낮은 접착강도를 보였으며 BF내에서 복합레진의 접착강도는 EQ(13.5MPa), GD(13.4MPa), CD(12.0MPa), CM(11.1MPa), CH(8.5MPa) 순으로 나타났다.

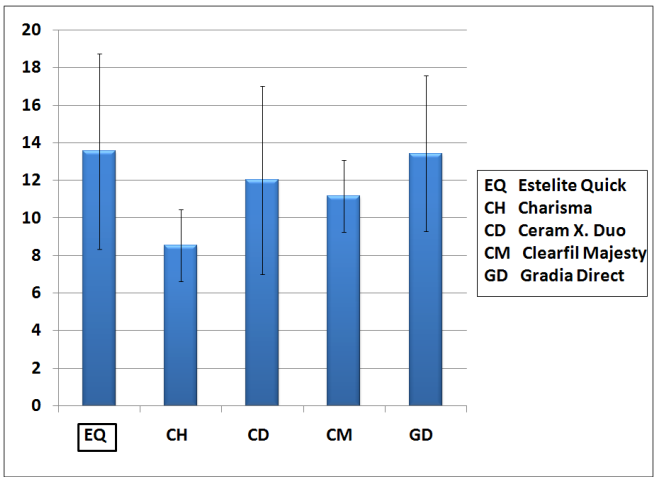


Fig 5. Comparison of composite resins in BondForce.
(□ : same manufacturer)

Table 5. Micro-shear bond strength and statistical analysis in BondForce.

	EQ	CH	CD	CM	GD	Mean
BondForce	13.5±5.2[a]	8.5±1.9[b]	12.0±5.0[a,b]	11.1±1.9[a,b]	13.4±4.1[a]	11.7±4.2

a,b: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

(2) iBond 군

CD와 EQ가 각각 15.6 MPa, 15.2 MPa로 높은 접착 강도를 나타냈다 ($p<0.05$). IB와 같은 제조사(Heraeus Kulzer)인 CH와의 조합은 10.5 MPa로 낮은 결과를 보였다.

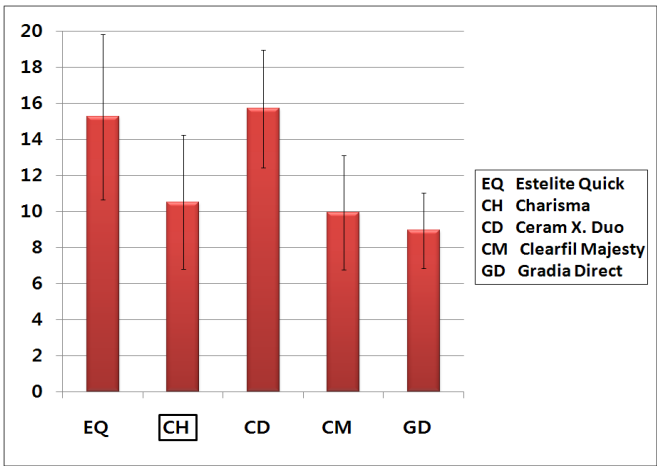


Fig 6. Comparison of composite resins in iBond.
(□: same manufacturer)

Table 6. Micro-shear bond strength and statistical analysis in iBond.

	EQ	CH	CD	CM	GD	Mean
iBond	15.2 ± 4.5^{a}	10.5 ± 3.7^{b}	15.6 ± 3.2^{a}	9.9 ± 3.1^{b}	8.9 ± 2.0^{b}	12.0 ± 4.4

a,b: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

(3) Xeno V 군

상아질 접착제 중 가장 높은 미세-전단 접착 강도를 나타냈다. 가장 높은 값은 동일 제조사 제품끼리 사용한 XV-CD군으로 18.5 MPa였다.

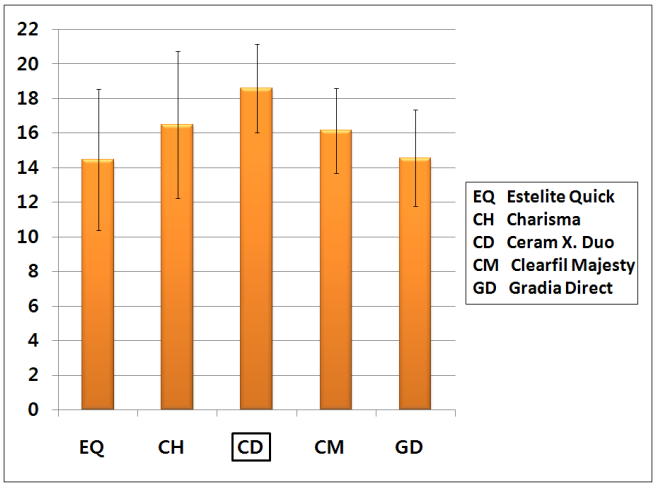


Fig 7. Comparison of composite resins in Xeno V.
(□: same manufacturer)

Table 7. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Xeno V.

	EQ	CH	CD	CM	GD	Mean
Xeno V	14.4±4.0[a]	16.4±4.2[a,b]	18.5±2.5[b]	16.1±2.4[a,b]	14.5±2.7[a]	16.0±3.5

a,b: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

(4) Clearfil S^3 Bond 군

CD와 EQ 군이 16.8 MPa, 16.3 MPa로 높은 접착강도를 보였고, CH와 GD가 12.7 MPa로 낮은 접착강도를 보였다. CS와 같은 제조사(Kuraray)인 CM와의 조합은 14.6 MPa였다.

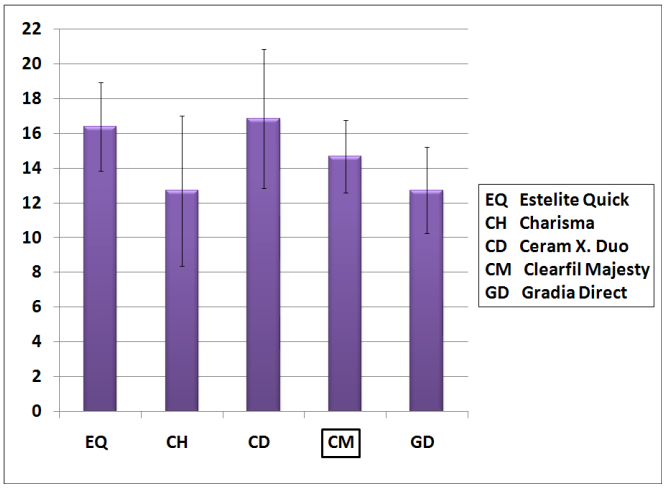


Fig 8. Comparison of composite resins in Clearfil S^3 Bond.
(□: same manufacturer)

Table 8. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Clearfil S^3 Bond.

	EQ	CH	CD	CM	GD	Mean
Clearfil S^3 Bond	16.3 ± 2.5^{a}	12.7 ± 4.3^{b}	16.8 ± 4.0^{a}	$14.6 \pm 2.0^{a,b}$	12.7 ± 2.4^{b}	14.6 ± 3.5

a,b: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

(5) G-Bond 군

이 군에서는 GB-CD군이 18.3MPa로 가장 높은 수치를 나타냈고($p<0.05$), 다른 복합 레진들은 통계적 차이를 보이지 않았다. CD는 복합 레진 중 최고의 접착 강도를 보이며 BF를 제외하고 모든 상아질 접착제군에서 최고 값을 보였다.

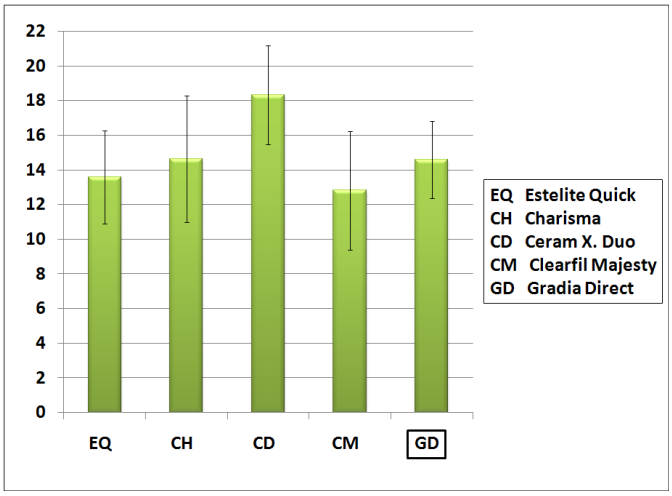


Fig 9. Comparison of composite resins in G-Bond.
(□: same manufacturer)

Table 9. Micro-shear bond strength and statistical analysis in G-Bond.

	EQ	CH	CD	CM	GD	Mean
G-Bond	13.5±2.6[a]	14.6±3.6[a]	18.3±2.8[b]	12.8±3.4[a]	14.5±2.2[a]	14.7±3.4

a,b: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

동일 제조사 제품간의 조합이 유의성 있는 결과를 보인 군은 없었다. 그러나 대부분의 동일 제조사 복합 레진의 조합은 상아질 접착제 군 내에서 가장 좋은 결과를 보이거나 평균과 크게 차이를 보이지 않았다. IB-CH가 유일하게 다른 복합 레진군보다 통계적으로 낮은 접착 강도를 보였다.

나. 복합 레진별 상아질 접착제의 접착 강도

복합 레진의 접착 강도는 CD (16.2±4.2MPa), EQ (14.6±4.0MPa), CM (12.9±3.4MPa), GD (12.8±3.4MPa), CH (12.5±4.5MPa)순으로 나타났고 상아질 접착제의 조합에 따라 유의성 있는 차이를 나타냈다.

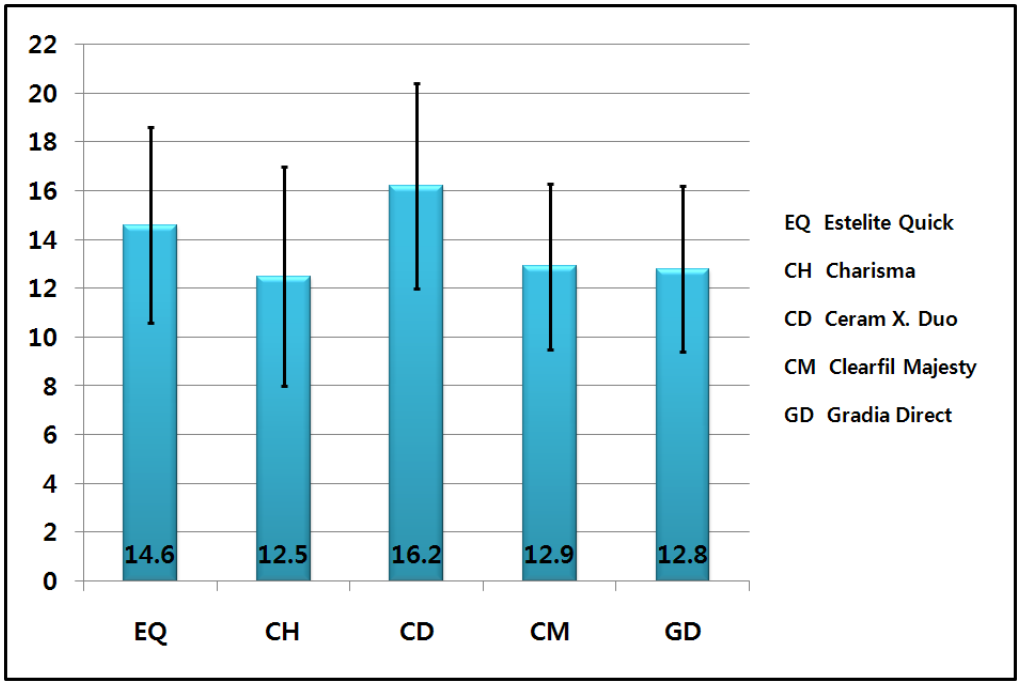


Fig 10. Micro-shear bond strength of composite resins

(1) Estelite Quick 군

EQ은 복합 레진 중에서 두 번째로 높은 접착 강도(14.6MPa)를 보이며, 상아질 접착제에 따른 접착강도의 통계적 유의차가 없었다($p>0.05$).

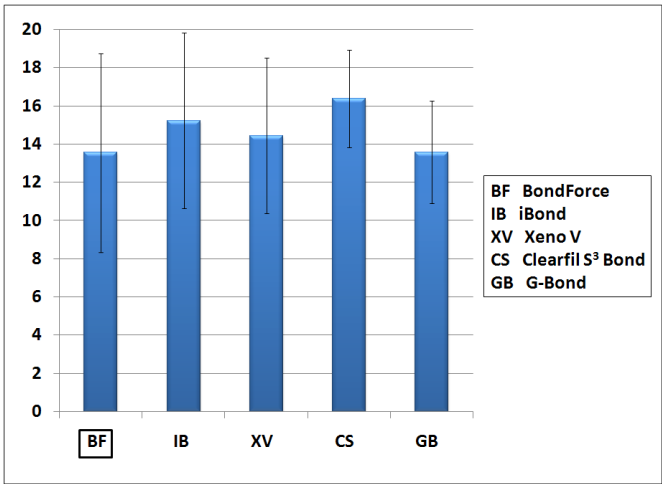


Fig 11. Comparison of dentin adhesive system in Estelite Quick.
(□: same manufacturer)

Table 10. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Estelite Quick.

	BF	IB	XV	CS	GB	Mean
Estelite Quick	13.5±5.2[a]	15.2±4.5[a]	14.4±4.0[a]	16.3±2.5[a]	13.5±2.6[a]	14.6±4.0

a: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

(2) Charisma 군

접착 강도는 XV(16.4MPa), GB(14.6MPa), CS(12.7MPa), IB(10.5MPa), BF(8.5MPa)순이다. 자사 제품인 CH-IB(10.5MPa)는 낮은 접착강도를 보였다.

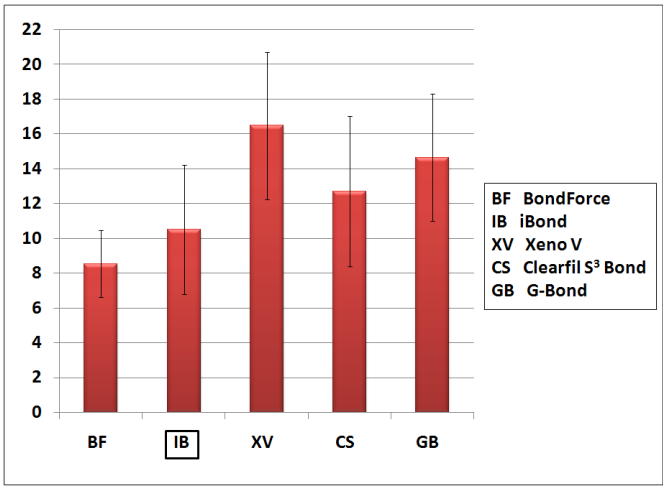


Fig 12. Comparison of dentin adhesive system in Charisma
(□: same manufacturer)

Table 11. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Charisma

	BF	IB	XV	CS	GB	Mean
Charisma	8.5±1.9[a]	10.5±3.7[a,b]	16.4±4.2[c]	12.7±4.3[b,d]	14.6±3.6[c,d]	12.5±4.5

a,b,c,d: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

(3) Ceram X Duo 군

CD는 복합 레진 중 가장 높은 접착 강도를 보이는 군이다. CD 군 내에서는 자사 제품인 XV가 18.5 MPa로 가장 높은 접착 강도를 보였으며 XV와 비교했을 때 BF만이 통계적으로 낮은 접착 강도를 보였다($p<0.05$).

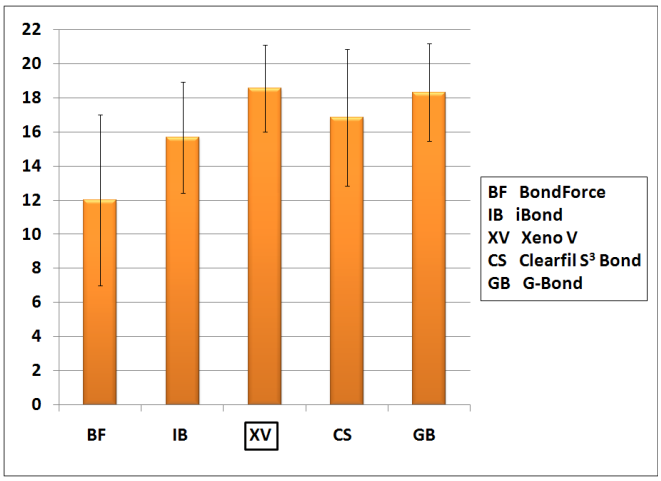


Fig 13. Comparison of dentin adhesive system in Ceram X Duo
(□: same manufacturer)

Table 12. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Ceram X Duo

	BF	IB	XV	CS	GB	Mean
Ceram X.Duo	12.0 ± 5.0^{a}	$15.6\pm3.2^{a,b}$	18.5 ± 2.5^{b}	16.8 ± 4.0^{b}	18.3 ± 2.3^{b}	16.2 ± 4.2

a,b: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

(4) Clearfil Majesty 군

상아질 접착제의 접착 강도는 XV(16.1MPa), CS(14.6MPa), GB(12.8MPa), BF(11.1MPa), IB(9.9MPa) 순으로 나타났고, 자사 제품인 CM-CS는 두 번째로 높은 값을 나타냈다.

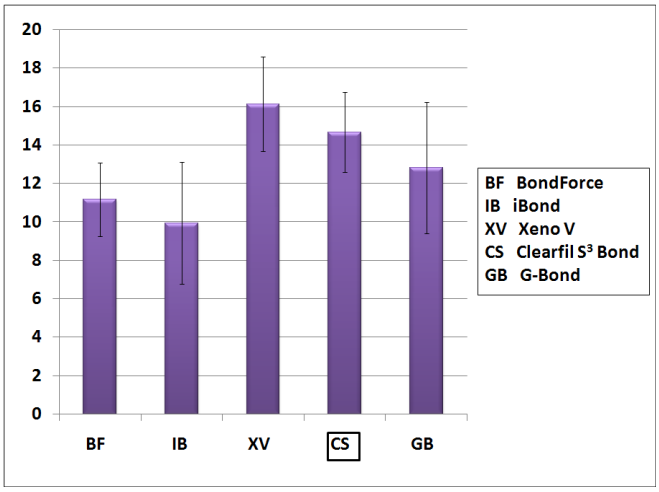


Fig 14. Comparison of dentin adhesive system in Clearfil Majesty
(□: same manufacturer)

Table 13. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Clearfil Majesty

	BF	IB	XV	CS	GB	Mean
Clearfil Majesty	11.1±1.9[a,d]	9.9±3.1[d]	16.1±2.4[c]	14.6±2.0[b,c]	12.8±3.4[a,b]	12.9±3.4

a,b,c,d: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

(5) Gradia Direct 군

상아질 접착제 중 IB가 8.9 MPa로 유의성 있게 낮은 결과를 나타냈으며 ($p<0.05$) 나머지 군들 간에는 통계적으로 유의차를 보이지 않았다. 자사 제품의 조합인 GD-GB는 14.5MPa로 높은 결과를 보였다.

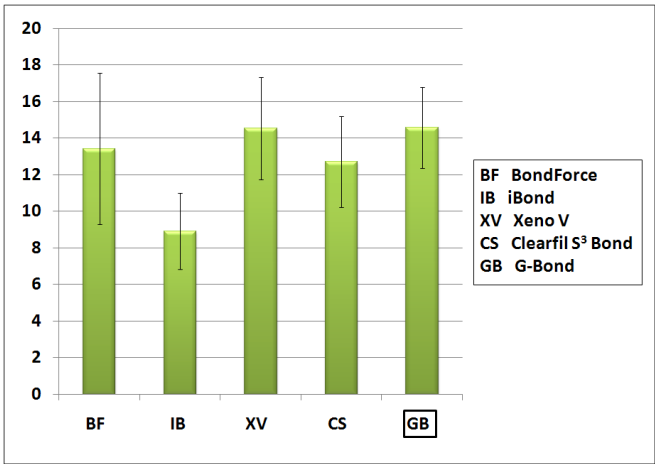


Fig 15. Comparison of dentin adhesive system in Gradia Direct
(□: same manufacturer)

Table 14. Micro-shear bond strength and statistical analysis in Gradia Direct

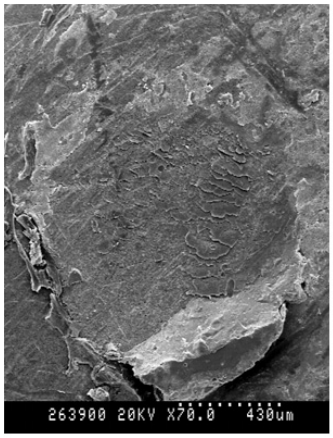
	BF	IB	XV	CS	GB	Mean
Gradia Direct	13.4±4.1[a]	8.9±2.0[b]	14.5±2.7[a]	12.7±2.4[a]	14.5±2.2[a]	12.8±3.4

a,b: statistical differences ($p<0.05$; Tukey test)

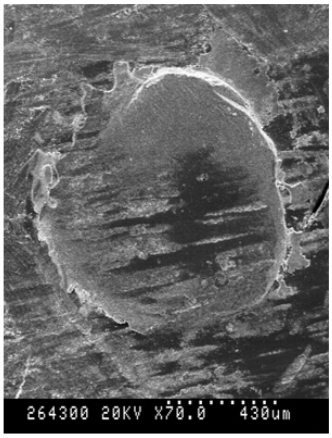
EQ 군은 유일하게 상아질 접착제 간에 통계적 유의차를 보이지 않았다. CH-IB 조합은 동일 제조사 상아질 접착제와의 조합이 오히려 낮은 결과를 보였다. 복합레진과 마찬가지로 같은 제조사 상아질 접착제와의 조합이 유의성 있는 결과를 보인 군은 없었다.

2. 주사 전자 현미경 관찰

대부분의 시편에서 adhesive failure와 cohesive failure가 혼합되어 나타나는 mixed failure를 보였다. 혼합 양상 중 많은 부분이 cohesive failure를 보였고, 상아질, 상아질 접착제나 복합레진에서 여러 층의 결이 일어난 양상으로 관찰되었다.



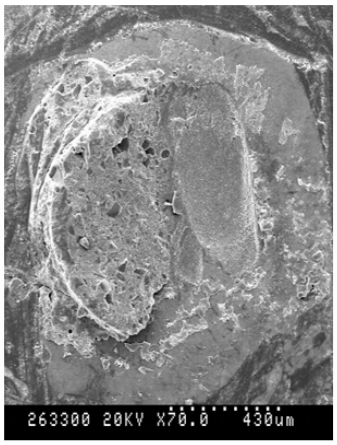
BF-EQ



IB-CH

Fig 16. SEM observation of fracture site of BF, IB, XV, CS and GB adhesive groups.

XV-CD



CS-CM

GB-GD

Ⅳ. 고 찰

이번 실험과 같은 방법으로 self-etch adhesive와 total-etch adhesive를 가지고 제조사간 상아질 접착제와 복합 레진의 교차사용에 따른 접착 강도를 비교한 실험이 있었다. 결과를 보면, 동일 제조사간의 조합이 접착 강도에 영향을 미치는 결정적인 요소가 아니며, 이는 각각 상아질 접착제와 복합 레진 자체의 특이성에 의해 결정된다고 하였고,(정, 2002) total-etch adhesive의 경우, 사용된 복합 레진에 의해 접착강도의 차이를 보이는 반면, self-etch adhesive는 복합레진에 따른 유의성을 보이지 않는다고 하였다.(Roh, 2005)

전통적으로 상아질 접착제는 wetting agent로써 HEMA(2-hydroxyethyl methacrylate)를 포함한다. HEMA는 노출된 교원질사이로 monomer의 확산이 용이하도록 하며 친수성의 성질 때문에 다른 소수성 성분들과 수분의 분리를 막아준다. 그러나 수분의 잔존은 상아질 접착제의 물리적 강도를 약화시키며 내구성의 문제를 가져왔다. 게다가 HEMA가 알러지를 유발할 수 있다는 점이 인식되면서 점차 상아질 접착제에서 HEMA를 배제하는 추세이다.(Van Landuyt, 2005)

HEMA-free one-step self-etch adhesive는 대개 acetone/water 또는 ethanol/water를 용매로 사용하고 있다. one-step self-etch adhesive(one bottle) 중 IB나 GB가 acetone/water를 용매로 사용하고 있는데, 이때 phase separation 현상이 문제가 될 수 있다. 즉, 접착제 도포 후 빠른 시간 내에 acetone이 증발하면서 남은 성분들 간에 분리 현상이 일어나고 adhesive layer 표면으로 water droplet이 생기는 것이다. 중합 후 adhesive layer 내에 갇히게 되는 water droplet은 two-step self-etch adhesive나 three-step etch & rinse adhesive에 비해 파절 저항을 떨어뜨리는 원인으로 작용한다.(De Munck, 2004) 따라서 제조사에서는 상아질 접착제 도포 후 중합하기 전에 충분히 강한 air stream으로 droplet을 최소화 할 것을 강조하고 있으나 아무리 강한 air stream으로도 droplet을 완전히 없앨 수는 없다.(Van Landuyt, 2005) 이 외에도 acetone/water는 친수성 성질이 강해 물을 잘 흡수하며, 다른 용매보다 중합

수축이나 thermocycling으로 인한 stress에 견디는 능력이 부족하며, degree of conversion이 낮아 상아질 접착제의 접착 강도를 저하시키는 원인으로 지적되고 있다.(Perdigao, 2007) 이러한 단점을 보완하기 위해 acetone대신 ethanol을 용매로 사용한 제품들이 출시되었다. CS는 ethanol을 용매로 사용하면서 용매가 증발해도 두 가지 다른 성분의 용액이 분자 수준에서 균일하게 혼합된 상태로 유지될 수 있게 하였으며(Molecular dispersion technology) XV는 ethanol보다 분자량이 큰 tert-buthanol을 용매로 사용하여 화학적으로 보다 안정성을 갖도록 하였다. 그러나 상아질 접착제의 주요 성분인 functional monomer는 acetone/water를 용매로 썼을 때, 오히려 더 안정된 상태로 존재한다는 보고가 있으며, 실제로 상아질 접착제의 접착력에 있어서 용매보다는 접착제의 화학적 접착에 관여하는 monomer가 더 중요함을 입증하는 여러 연구가 있었다.(Perdigao, 1997; Yoshida, 2004)

self-etch adhesive system은 etch & rinse system과 달리 상아질을 부분적으로 탈회시켜 교원질 사이로 hydroxyapatite가 잔존하며 이는 상아질 접착제와 화학적으로 상호작용하여 접착력을 증진시키는데 도움을 준다. 이러한 화학적 상호작용은 포함하고 있는 functional monomer에 따라 달라지며 Ca^{2+}-monomer의 hydrolytic stability에 의해 접착력이 좌우된다. self-etch adhesive는 carboxyl- 또는 phosphate-based monomer를 포함하고 있으며 상아질 접착제마다 보여지는 다양성은 이러한 functional monomer의 특성에 따라 특징지어진다. Yoshida(2004)는 탈회된 hydroxyapatite가 functional monomer에 노출되었을 때 나타나는 에너지 변화를 X-ray Photoelectro Spectroscopy(XPS)로 분석하여 monomer를 비교해 보았다. functional monomer 중에서 10-MDP (10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate)와 4-MET (4-methacryloxyethyl trimellitic acid)가 우수한 접착력을 보였으며 특히 10-MDP의 경우는 접착력이 뛰어날 뿐 아니라 짧은 시간 안에 충분한 접착에 도달하여 시간이 제한적인 임상에서 적용하기에 적절하다. 실제로 two step의 self-etch adhesive system의 경우 10-MDP를 포함하는 Clearfil SE Bond(Kuraray)가 4-MET를 포함하는 Unifil Bond(GC)보다 높은 접착력을 보

이고 있었다.(Inoue, 2001) 그러나 이번 실험에서는 4-MET를 포함하는 GB와 10-MDP를 포함하는 CS의 접착력에 유의차가 없었으며, 4-META(4-MET의 전구체)를 포함하는 IB는 CH, CM, GD 군에서 GB보다 현저하게 낮은 접착력을 보였다. 이는 functional monomer의 화학적 접착력만으로 상아질 접착제의 접착력을 설명하는데는 충분하지 않음을 의미하며 이에 관한 연구는 더 진행되어야 한다.

self-etch system의 다양성은 acidity에 의해 달라질 수 있다. 출시된 one-step self-etch adhesive(one bottle) 상아질 접착제의 대부분은 pH 2 이상의 약산의 성질을 띠며 1um 이하의 얇은 혼성층을 형성한다.(Perdigao, 2007) 그러나 self-etch adhesive에서 레진 침투가 용이함에도 불구하고 혼성층에서 nanoleakage가 발견되고 있으며, 상아질 접착제의 산도가 높아질수록 레진침투가 불완전할 가능성은 높아진다. 그리고 pH 2 이하의 산도에서는 사용될 수 있는 HA가 충분하지 못하므로 hydrolytic degradation에 잘 견디는 화학적 접착의 가능성이 줄어드는 것이다. 실험에 사용된 상아질 접착제 중 IB만이 pH 1.6으로 중간정도의 산도를 보이며, 이것이 접착력을 저하시킨 하나의 원인으로 작용하였을 가능성이 있다.

이상과 같이 접착 강도에 영향을 미치는 요인들에 대하여 많은 논란이 있지만 본 실험은 각각의 동일 제조사 제품간의 접착강도가 유의성 있게 높은 접착 강도를 나타내는지, 그리고 그것이 결정적인 요소인지, 그 특이성 여부를 판단하는 것을 목적으로 하였다. 결론적으로 동일 제조사 제품간의 조합이 다른 제조사 제품과의 조합보다 유의성있게 높은 결과를 보인 군은 없었다.

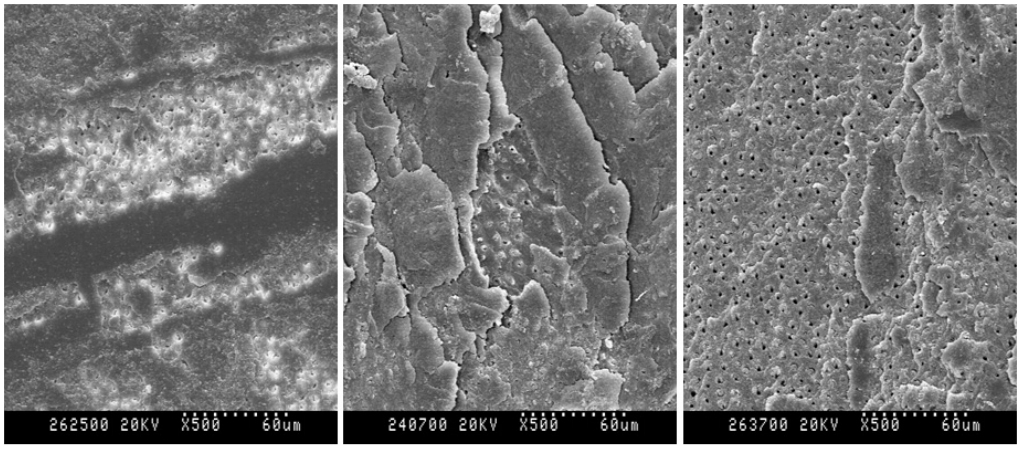
이번 실험에 사용된 상아질 접착제의 전체 평균값을 비교해 볼 때, XV군이 가장 높은 값을 보였고(16.0±3.5MPa)(Fig 4), EQ를 제외한 각각의 복합 레진 내에서도 XV와의 조합이 가장 높은 값을 보였다(Fig 12-15). XV는 가장 최근에 출시된 제품으로 acrylic amide resin과 inverse functionalized phosphoric acid ester를 functional monomer로 사용하고 있다. 이는 monomer가 가수 분해된 후에도 중합 가능한 작용기를 남겨놓아 상아질 접착제의 shelf-life 동안 중합기전이 일어나도록 하여 전체적인 접착력을 증가시켰다. 눈에 띄는 결과로

Heraeus Kulzer사 제품의 조합인 IB-CH은 IB군, CH군 내에서 평균값보다도 낮은 접착 강도를 보이고 있었다(Table 6,11). IB군에서는 제조사와 무관하게 평균 접착 강도가 높은 CD, EQ와 조합한 경우에 통계적으로 높은 접착 강도를 보였고($p<0.05$)(Table 6), CH군에서도 상아질 접착제 중 높은 접착력을 보이는 XV와 조합했을 때, 가장 높은 접착 강도를 보였다(Fig 12). 이는 제품의 혼용에 있어서 상아질 접착제와 복합레진이 일부 영향을 미치는 것으로 볼 수 있으나, 동일 제조사 제품 사용이 더 우수한 접착 강도를 보인다는 경향성을 나타내지 않는다고 생각된다.

이번 실험에 사용된 복합 레진 중에서는 CD군이 16.2±4.2 MPa로 가장 높은 접착강도를 보였다(Fig 10). CD는 BF군을 제외하면 모든 상아질 접착제 군에서 높은 접착 강도를 보였고(Fig 5-9), IB와 GB 군에서는 통계적으로 유의성있게 높은 접착 강도를 보였다($p<0.05$)(Table 6,9). CD는 nanohybrid type의 복합레진으로 organically modified ceramic nano-particle과 nanofiller가 conventional glass filler와 혼합되어 있다. CD의 nano-particle은 polysiloxane backbone에 methacrylic group이 연결된 구조를 하고 있으며, glass, ceramic과 유사한 화학적 성질을 가지는 siloxane 부분이 부가적인 강도를 부여한다. 나머지 복합 레진들은 사용한 상아질 접착제에 따른 경향성을 보이지 않았고, EQ(14.6MPa)만 유일하게 상아질 접착제간에 통계적 유의차가 없었다(Fig 11). 기존의 많은 연구에서 복합레진의 물리적 특성이 filler 함량이나 포함된 단량체에 의해 달라진다고 하였고 이것이 접착 강도에도 영향을 줄 것이라고 하였다.(Willems, 1993) 그러나 이번 연구결과에서는 복합 레진의 filler 함량이나 포함된 성분에 따른 일관성을 찾을 수 없었다.

주사 전자 현미경을 통하여 파절된 양상을 관찰했을 때 대부분의 시편에서 mixed failure를 보였고 cohesive failure가 주로 관찰되었다. 파절양상과 접착력의 관계에 있어서, 2002년 Hashimoto는 파절면의 resin layer가 접착력과 상관관계를 가진다고 하였다. 이번 실험에서도 접착강도가 높은 XV-CD군에서 보다 많은 resin layer가 관찰되었고(Fig 16), IB군에서는 대개 혼성층, 상아질 접착제 군에서 파절이 일어난 것을 알 수 있었다(Fig 16,17). Fig 17은 대표적인 파절

양상을 관찰하기 위해 단면을 확대한 사진이다. Cohesive failure 중간중간 adhesive failure 부분이 관찰되거나, hybrid layer 내부 또는 상층에서 파절되어 여러 층의 결이 일어난 양상도 관찰되었다.



IB-CH BF-EQ GB-GD

Fig 17. Fracture pattern of IB, BF and GB adhesive groups

이번 실험을 통해 각 상아질 접착제와 복합레진의 접착력에 대한 전체적인 경향성은 발견되었지만, 동일 제조사의 상아질 접착제와 복합 레진을 사용하는 것에 대한 논리적 근거는 발견할 수 없었다. 따라서 이 실험의 한계 내에서는 이것이 미세-전단 접착 강도에 영향을 미치는 요인은 아닌 것 같다. 이번 실험에서는 미세-전단 접착 강도 시험만을 이용하여 접착력에 영향주는 요소를 측정했다. 따라서 다른 실험 조건에서는 이번 실험과 다른 결과를 보일 수도 있을 것이다. one-step self-etch adhesive(one bottle)은 출시된지 얼마되지 않아 그 성분과 물성에 대한 연구가 미흡하고 장기간의 연구 사례도 부족하다. 앞으로 이에 대한 연구와 고찰이 더 필요하리라 생각된다.

Ⅴ. 결 론

이번 연구의 목적은 최근 출시되고 있는 one-step self-etch adhesive(one bottle)과 복합레진을 대상으로 미세-전단 접착 강도를 측정 비교하여, 각 제조사의 system에 따른 특이성 여부를 판단하고자 하는 것이다. 이번 실험에서는 미세-전단 접착 강도를 측정하고 주사 전자 현미경을 이용하여 파절 단면을 관찰하였다. 결과는 다음과 같다.

1. 모든 상아질 접착제가 사용한 복합 레진의 종류에 따라 접착강도의 차이를 보였으며($p<0.05$), 동일 제조사 제품의 조합이 유의할만한 결과를 보인 군은 없었다. IB-CH의 경우, 오히려 낮은 접착 강도를 보였으며, IB, GB군 내에서는 제조사와 무관하게 CD와의 조합이 높은 결과를 보였다($p<0.05$).

2. 대부분의 복합레진이 상아질 접착제에 따른 접착 강도의 차이를 보였으며, EQ만이 상아질 접착제에 따른 접착강도의 차이가 없었다($p>0.05$). GD-IB는 GD 군 내에서 다른 상아질 접착제보다 유의성 있게 낮은 결과를 보였고($p<0.05$), 동일 제조사 제품의 조합이 각 군 내에서 유의할만한 결과를 보인 군은 없었다.

3. 상아질 접착제의 미세-전단 접착 강도는 XV, GB, CS, IB, BF 순서였으며, 복합레진의 접착 강도는 CD, EQ, CM, GD, CH 순이다.

위의 결과로 볼 때, 상아질 접착제와 복합레진의 사용시 동일 제조사 제품의 조합이 미세-전단 접착 강도에 영향을 미치는 결정적인 요소가 아니며, 이는 각각의 상아질 접착제와 복합레진 자체의 특이성에 의해 결정된다고 할 수 있다.

참고 문헌

정진호 : 미세-전단 결합 강도시험을 이용한 상아질 접착제와 수복용 복합 레진의 호환성에 관한 연구, 석사 학위 논문, 연세대학교 대학원, 서울, 2002

Asmussen E, Uno S : Adhesion of restorative resin to dentin: chemical and physicochemical aspects, Oper Dent Suppl 1992; 5 : 68-74

De Munck J : An in vitro and in vivo study on the durability of biomaterial-tooth bonds(dissertation). Leuven, Belgium : Catholic university of Leuven

Erickson RL : Influence of test parameters on dentin bond strength measurements. Dent Res 1989; 68: 374 Abst. No. 1543

Hasegawa T, Itoh K, Koike T, Yukitani W, Hisamitsu H, Wakumoto S, Fujishima A : Effect of Mechanical Properties of Resin Composites on the Efficacy of the Dentin Bonding System. Oper Dent 1999; 24(6) 323-30

Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, Araki Y, Kubota M. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. J Dent 2002;30: 99-105

Inoue S, Vargas MA, Van Meekbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P : Micro-tensile bond strength of eleven modern adhesives to dentin. J Adhes Dent 2001; 3 : 237-46

James R. Dunn : iBond™: The Seventh-Generation, one-Bottle Dental Bonding Agent. Compend Contin Educ Dent 2003; 24(Feb) : 14-8

Kugel G, Ferrari M : The Science of bonding : From first to sixth generation. J Am Dent Assoc 2000; 131(June) : 20-5

Miyazaki M, Hinoura K, Onose H, Moore BK : Effect of filler content of light-cured composites on bond strength to bovine dentine. J Dent 1991; 19 : 301-3

Pashley DH, Agee KA, Carvalho RM, Lee KW, Tay FR, Callison TE : Effects of water and water-free polar solvents on the tensile properties of demineralized dentin. Dent Mater 2003; 19 : 347-52

Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM : Adhesion testing of dentin bonding agents : A review. Dent Mater 1995; 11 : 117-25

Perdigao J, Ramos JC, Lambrechts P : In vitro interfacial relationship between human dentin and con-bottle dental adhesives, Dent Mater 1997; 13 : 218-27

Perdigao J, New developments in dental adhesion, Dent Clin North Am 2007; 51(2) : 333-57

Roh BD, Chung JH : Micro-shear bond strength of five resin-based composites to dentin with five different dentin adhesives. Am J Dent 2005; 18(6) : 333-7

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH : Relationship between surface area for adhesion and tensile strength-Evaluation of a micro-tensile bond test. Dent Mater 1994; 10 : 236-40

Shimada Y, Antonucci JM, Schumacher GE, McDonough WG, Tagami J : Effects of regional tooth structure and sectioning orientation on micro-shear bond strength. Advanced Adhesive Dentistry 3rd International Kuraray Symposium 3-4 December 1999; 91-103

Van Landuyt KL, De Munck J, Snauwaert J, Coutinho E, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S, Peumans M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B : Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. J Dent Res 2005; 84(2):183-8

Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G : The clinical performance of adhesives. J Dent 1998; 26 : 1-20

Van Meekbeek B, Inoue S, Perdigao J, et al. In : Fundamentals of Operative Dentistry, 2nd ed. Carol Stream, Ill : Quintessence Publishing Co, Inc 2001; 194-214

Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K : Technique-sensitivity of contemporary adhesives. Dent Mater J 2005; Mar 24(1) : 1-13

Willems G, Lambrechts P, Braem M & Vanherle G : Composite resins in the 21st century. Quintessence International 1993; 24: 641-58

Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B : Comparative study on adhesive performance of functional monomers, J Dent Res 2004; 83(6) : 454-8

Abstract

Study on the compatibility between one-step self-etch adhesives and composite resins

Min-Ju Song DDS.

Department of Dentistry,

The Graduate school, Yonsei University

(Directed by Byoung-Duck Roh, D.D.S., M.S.D., Ph. D.)

This study examined whether there was any specificity between the adhesive and composite by measuring and comparing the micro-shear bond strength of several one-step self-etch adhesives (one bottle) and composite resins. The null hypothesis was that the combination from the same company would show significantly higher bond strength than the other combinations.

Five adhesive systems (BondForce, iBond, Xeno V, Clearfil S^3 Bond, G-Bond) and five composite resins (Estelite Quick, Charisma, Ceram X Duo, Clearfil Majesty, Gradia Direct) were used in this study. The slices of horizontally sectioned human teeth were bonded with each adhesive system and each composite resin, and tested using a micro-shear bond strength test. The sheared site after debonding was observed by scanning electron microscopy (SEM). These results were analyzed statistically by one way ANOVA, LSD and Tukey. The mean micro-shear

bond strength of dentin adhesive systems were in the following order: Xeno V(16.0±3.5MPa), G-Bond(14.7±3.4MPa), Clearfill S^3 Bond(14.6±3.5MPa), iBond(12.0±4.4MPa), and BondForce(11.7±4.2MPa). Every dentin adhesive group showed a significantly different micro-shear bonding strength among the 5 composites used. In the IB group, the IB-EQ and IB-CD combinations showed higher micro-shear bonding strength. In the GB group, the GB-CD combination showed higher micro-shear bonding strength than the other combinations($p<0.05$). The mean micro-shear bond strength of the composite resins was in the following order: Ceram X. Duo(16.2±4.2MPa), Estelite Quick(14.6±4.0MPa), Clearfil Majesty (12.9±3.4MPa), Gradia Direct(12.8±3.4MPa), and Charisma(12.5±4.5MPa). All composite resin groups except for the EQ group showed significantly different micro-shear bonding strength among the 5 dentin adhesives used. The GD-IB combination showed a lower micro-shear bond strength than the other combinations in the GD group($p<0.05$).

This study showed that the combination of composite resin and dentin adhesive system by the same manufacturer did not necessarily result in higher bond strength. Therefore, the micro-shear bond strength of adhesive-composite resin combination might depend on the characteristics of the dentin adhesive and composite resin.

Key Words : micro-shear bond strength, dentin adhesive system, composite resin, compatibility