제Ⅰ급 와동에서의 단일용기 상아질 접착제 처리 후의 레진-상아질 경계면에 대한 공초점레이저주사현미경적 연구

연세대학교 대학원

치의학과

김 모 란

제Ⅰ급 와동에서의 단일용기 상아질 접착제 처리 후의 레진-상아질 경계면에 대한 공초점레이저주사현미경적 연구

지도교수 박 성 호 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2000년 12월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 모 란

김모란의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2000년 12월 일

감사의 글

한해의 마감과 더불어 부족하나마 작은 결실을 맺을 수 있음에 기뻐 하나님께 감사드립니다.

언제나 성실과 정직으로 사셨고 속 깊은 사랑으로 가족을 보살피셨던, 그리운 아버지의 영전에 삼가 논문을 바칩니다.

이 논문의 시작부터 끝까지, 바쁘신 중에도 열정을 갖고 가르쳐 주신 박성호 교수님께 진심으로 감사드리며, 따뜻한 관심과 조언으로 격려해 주신 이승종 교수님, 이찬영 교수님, 윤태철 교수님, 금기연 교수님, 정일영 교수님께도 감사드립니다. 공초점레이저현미경 관찰에 많은 도움을 주시고 밝은 웃음으로 챙겨주신 임상의학연구센터의 김혜원 선생님께도 감사의 마음을 전합니다. 또한 이 논문이 나오기까지 여러 도움으로 애써준 보존과 의국원들, 특히 김수선 선생님께도 고마운 마음을 전하고 싶습니다.

그리고 언제나 변함없이 사랑으로 보살피고 이끌어 주신 어머니와 가족들에게, 따스한 격려와 사랑으로 이해해 주신 시부모님께, 특히 새로이 곁에서 든든한 힘이 되어 주는 사랑하는 남편에게 고개 숙여 감사와 사랑의 마음을 전합니다.

2000년 12월

저자 씀

목 차

도표 및 사진부도 목차 ①

도표 및 사진부도 목차 ②

국문요약

제Ⅰ급 와동에서의 단일용기 상아질 접착제 처리 후의 레진-상아질 경계면에 대한 공초점레이저주사현미경적 연구

본 연구에서는 복합 레진의 치료에 있어 임상 술식을 간편화하기 위해 개발된 단일용기 상아질 접착제의 제 Ⅰ급 와동에 있어서의 레진-상아질 경계면을 공초점레이저주사현미경으로 관찰하였다. 습윤 접착법과 건조 접착법 이용 시의 결합계면의 질적인 평가 및 와동각에의 과습윤현상 존재 여부 평가가 목적이었다. 총 30개의 2 주 이내에 발거된 건전한 영구치에 근원심, 협설측 폭 및 깊이 3㎜의 와동을 형성하고, 이를 산 처리 후의 상아질 습윤 정도에 따라 각 15개씩 습윤 접착법과 건조 접착법의 두 군으로 나누었다. 단일용기 상아질 접착제인 ONE COAT BOND(OCB)와 Syntac Sprint(SS), 그리고 대조군인 Scotchbond multi-purpose(SBMP)에 공초점레이저주사현미경의 관찰을 위한 형광염료(rhodamine B)를 혼합, 각 군에 처리하여 레진-상아질 계면을 얻어낸 후 시편을 제작하여 공초점레이저주사현미경으로 관찰하였다. 와동저 상아세관 내로의 레진 침투도, 와동 전체 내면 레진-상아질 접착층의 균일도, 와동 선각 부위의 기포나 수분 형성, 세 가지의 항목으로 다섯 명의 치과의사가 0-4점까지 평가하였고, 다음과 같은 결론을 얻었다;

1. 관찰한 모든 실험군 및 대조군에서, 와동의 변연을 따라 형광염료를 섞은 상아질 접착제가 침투해 들어간 양상을 관찰할 수 있었다.

2. 제 Ⅰ급 수복물의 와동저 상아세관 내로의 레진 침투도에 있어서, SBMP와 OCB로 습윤 접착법을 수행한 경우 건조 접착법을 수행한 경우보다 더 우수하였

고, 접착 방법에 상관없이 SBMP와 OCB의 침투도가 SS의 침투도에 비해 우수하였다.

3. 제 Ⅰ급 수복물 와동 전체 내면의 레진-상아질 접착층의 균일도에 있어서, 습윤 접착법의 경우, OCB가 SS에 비해 우수한 균일도를 보였다.

4. 제 Ⅰ급 수복물 와동 선각 부위의 기포나 수분의 형성에 있어서, 습윤 접착법의 경우 SS가 SBMP에 비해 우수한 결과를 나타내었고, 건조 접착법이 습윤 접착법에 비해 높은 점수를 보였으나 통계적 유의차는 존재하지 않았다.

핵심되는 말: 단일용기 상아질 접착제, 레진-상아질 경계면, 공초점레이저주사현미경, 습윤 접착법, 과습윤현상.

제 1급 와동에서의 단일용기 상아질 접착제 처리 후의 레진-상아질 경계면에 대한 공초점레이저주사현미경적 연구

연세대학교 대학원 치의학과
(지도 박 성 호 교수)
김 모 란

Ⅰ. 서론

최근 들어 점점 치아 수복물에 대한 환자들의 심미적 요구도가 증가하면서, 개개인에 맞는 다양하고 자연스러운 색조뿐 아니라 비교적 높은 색채 안정성, 내마모성 및 결합강도를 갖는 복합 레진 수복물의 수요가 차차 늘어나고 있다. 또한 복합 레진 수복물과 치질 간의 결합을 위해 상아질 접착제에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있다.

최근의 연구들에 의하면, 상아질 접착제의 접착 기전은 산 처리를 통해 smear layer를 제거하고 상아질 표면의 탈회를 유도함으로써 얻어지는 미세 기계적 결합이 주된 것으로 보여지고 있다.[1,2] 이러한 결합은 상아질 표면에서 노출된 콜라겐 섬유소 사이로 친수성 레진 단량체가 침투하여 생기는 레진-상아질 혼성층(hybrid layer)이 상아질과 수복재 사이를 연결함으로써 이뤄진다고 할 수 있다.

이러한 혼성층에 대한 형태학적인 연구는 주사전자현미경, 투과전자현미경, 주사투과 전자현미경/ energy-dispersive spectroscopy 및 공초점주사현미경(confocal scanning light microscopy) 등을 이용하여 이루어져 왔다[3]. 비록 이러한 연구들의 결과로 인해 상아질 접착 기전이 비교적 단순 명료해 지고 있기는 하나 아직도 복잡한 상아질 접착을 한가지의 방법으로 판단하기는 어렵다. 공초점주사현미경의 주된 장점은 시편의 제작 과정이 다른 현미경의 관찰에 비교해 볼 때 매우 단순하고, 시편의 탈수현상 없이도 비교적 실제 환경 하에서와 가깝게 표면 직하방의 형태를 관찰할 수 있다는 것이다. 접착제의 성분에 형광 염료를 섞음으로써 계면에 퍼져 들어간 분포 정도 즉 상아세관과 측지를 통한 레진 tag의 형성 등을 확인할 수 있게 된다[4,5].

혼성층의 형성에 있어서, 과거에는 수분이 존재하는 경우 바람직한 상아질 접착을 방해하는 것으로 생각되었으나 최근에는 오히려 습윤한 상아질에서 보다 높은 결합 강도를 나타냄이 보고되었다[6]. 상아질 표면이 젖어있는 상태로 접착제를 적용시키는 '습윤 접착법(wet-bonding technique)'은 이러한 이유로 최근 보편적으로 사용되고 있으나, 상아질 표면의 습윤 정도에 대한 해석의 개인적 차이나 임상적 숙련도의 차이 뿐 아니라 재료의 성분이나 사용 방법에 따른 표준화가 어렵고 이에 따른 결과의 차이가 많아 계속 연구되고 있는 실정이다[7-9]. 오히려 습윤 접착법을 이용한 연구에 있어서, Maseki 등은 습윤한 조건의 시편에서 혼성층 내에 기포성 구조가 관찰됨을 보고하였고 Van Meerbeek 등은 Scotchbond Multi-Purpose를 이용한 경우 습윤하거나 건조한 상아질 모두 혼성층의 구조적 차이는 볼 수 없었음을 언급하였다[14]. 따라서 습윤 접착법이 모든 재료, 모든 조건에서 항상 보다 만족스러운 결과를 얻을 수 있는 길이라고 보기는 어려운 실정이다. 구치부 복합레진 수복의 빈도가 높은 제 I급 와동의 경우는 다른 형태의 와동에 비하여 선각이나 첨각이 많아, 습윤 접착법의 목적 하에 상아질의 과건조를 피하고 수분을 남기는 경우 자칫하면 와동의 선각이나 첨각에 수분이 고이거나 기포 등이 함입되어 접착제의 침투 및 궁극적인 높은 결합력 확보에 방해가 될 수 있을 것이다. 그러나 이러한 제 I급 와동 내부에 형성되는 레진-상아질 접착층의 질적인 상태 및 와동 내 선각 부위에 형성되는 수분이나 기포성 구조의 형성 여부가 산

처리 후 상아질의 습윤 정도와 어떠한 연관성을 갖고 또 그 양상이 어떠한 지에 대해서는 아직 연구가 미비한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 제 1급 와동에 있어서 습윤 접착법을 수행한 경우와 그렇지 않은 경우 형성된 레진-상아질 경계면의 형태학적 차이를(in vitro), 최근 많이 사용되는 단일용기 상아질 접착제(one-bottle dentin bonding systems)와 공초점레이저주사현미경을 이용하여 비교 평가하는 것이 목적이다.

Ⅱ. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

치아 우식증이나 기존 수복물이 없는, 최근 2주 이내에 발거된 총 30개의 건전한 상, 하악 제 3대구치를 생리 식염수에 담가 4℃ 냉장 보관 후 사용하였다. 실험은 두 개의 군으로 나누어 진행하였고 각 군에 대한 명명 및 치아의 개수, 특징적 사항은 다음 <Table 1>에 나타나있다.

<Table 1> Names, numbers and characteristics of each group.

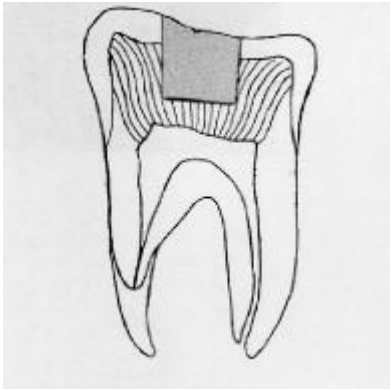
	Class Ⅰ cavity	
Group name	**Ⅰ**	**Ⅱ**
n	15	15
Characteristics	Wet-bonding technique	Dry-bonding technique

실험군의 상아질 접착제로는 최근에 사용되고 있는 단일용기 상아질 접착제인 ONE COAT BOND(OCB, Coltène®, Switzerland), Syntac® Sprint™(SS, VIVADENT, Liechtenstein)를, 대조군의 상아질 접착제로는 과거부터 많이 사용되고 연구되어 온 Scotchbond™ Multi-Purpose(SBMP, 3M Dental Products, St. Paul, MN, USA)를 사용하였다(Table 2).

2. 실험 방법

가. 치아 준비 및 상아질 접착, 복합 레진 수복

Ⅰ,Ⅱ군 모두에서 고속의 handpiece에 cylindrical diamond bur를 달아 수주하에, 교합면에서 볼 때의 크기가 근원심, 협설측 폭, 깊이 모두 3㎜가 되도록 제Ⅰ급 와동을 형성하였다(Figure 1). 세 가지 상아질 접착제에 공초점레이저주사현미경 관찰을 위해 0.1%로 rhodamine B®(Aldrich Chem Co., Milw, WI, USA)를 혼합하여 형광 발현이 되게 하였다. 각 재료마다 <Table 2>의 제조자의 지시에 따



<Figure 1> Diagram of longitudinally sectioned tooth showing cavity shapes (shadowed) and schematic orientation of dentinal tubules to the class I cavity surfaces.

<Table 2> Chemical components and instructions for use of the dentin bonding systems used in this study

Systems	LOT#		Compositions	Manufacturers' instructions
Scotchbond™ Multi-Purpose (3M, St Paul MN)	etchant	9KR	10% maleic acid, water, polyvinyl alcohol thickener	etching 15s, rinsing 15s air-drying 10s
	primer	9XB	HEMA, water, polyalkenoate copolymer	apply primer apply adhesive
	adhesive	8KT	Bis-GMA, HEMA	light curing 20s
ONE COAT BOND (Coltène®)	etchant	II649	15% phosphoric acid	etching 30s, rinsing 20s air-drying (removing excess moisture)
	adhesive	II649	HEMA, HPMA, Glycerol dimethacrylate, polyalkenoate methacrlized, UDMA, amorphous silica	apply adhesive(massage) 20s gentle air-thinning light curing 30s
Syntac®Sprint™ (VIVADENT)	etchant	B20862	37% phosphoric acid	etching 15s, rinsing 20s air-drying (removing excess moisture)
	adhesive	B17725	HEMA, MMPAA, maleic acid, fluoride compound, water, acetone	apply adhesive 10s gentle air-thinning after 15s light curing 20s

라 산 처리 한 후, I 군은 습윤 접착법 과정을 표준화하기 위해 압축공기로 2㎝ 거리에서 2 초간 가볍게 건조시켜 과량의 수분을 제거한 후 다시 소량의 물을 적신 면구로 가볍게 문질러 와동 내면에 수분에 의한 윤기가 보이는 지를 확인하였다. II군(건조 접착법)은 압축공기로 2㎝ 거리에서 5초간 건조시켜 수분에 의한 윤기가 소실되는 지를 확인하였다. 각 상아질 접착제를 <Table 2>의 제조자의 지시대로 처치하고 광중합한 후, 혼성형 복합 레진인 Spectrum®(Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany)을 이용하여 와동을 1회에 충전, 40초간 광중합 하였다. 치아는 실험 과정 도중 이외에는 항상 생리식염수에 보관하였다.

나. 시편 제작, 관찰 및 평가

각 군에 대해 위의 과정을 마친 후 24시간 동안 생리식염수에 보관하였다가, 다음과 같은 방법으로 공초점레이저주사현미경을 보기 위한 시편을 제작하였다.

Minitome®(Struers, Denmark) low-speed diamond saw를 이용하여 치아를 협설측 방향으로 와동의 중심부를 따라 장축에 평행하게 절단하고, 관찰하고자 하는 표면을 600grit silicone carbide paper로 연마하였다. 이러한 과정을 거쳐 각 군별로 재료 당 5개씩의 시편을 제작하였다. Slide glass에 시편을 mounting한 후 Bio-Rad MRC 600 confocal argon-crypton laser(Glattbrugg, Switzerland)가 구비된 Leica$^{Co.}$ DMRBE microscope(Hidelberg, Germany)으로 관찰하였다. Rhodamine B(ex. DD 488/568㎚, em. LP 590㎚)의 공초점현미경 상을 PL Fluotar 20×/0.50, 5×/0.12 두 가지의 대물 렌즈와 10× 접안렌즈 하에 관찰하였고, TCS NT system(Hidelberg, Germany)을 이용하여 보다 선명한 상을 얻어내었다.

이와 같은 방법으로 모든 시편에 대해 50배에서 와동 전체적인 레진-상아질 접착계면을 촬영하였고, 200배에서 와동의 양쪽 모서리 및 와동저의 계면을 촬영하였다. 최종의 상은 Fujix Pictography 3000 digital printer(Fuji, Tokyo, Japan)로 출력하였다.

실험 결과의 평가는 각 재료나 실험에 대한 정보는 주어지지 않은 상태로 다섯 명의 동일한 임상경험기간을 가진 보존과 수련의에 의해 행해졌다. 다음과 같은 세 가지 평가 항목에 대해 각 항목별로 0-4점에 해당되는 표준화된 그림을 보

고 비교 평가하여, 각 시편에 0-4점까지 다섯 단계의 점수를 부여하였다.

(1) 상아세관 내로의 레진 침투도(penet)

와동저 부위 상아세관 내로 형성된 레진 tag의 침투 깊이와 밀도에 따라 0점부터 4점까지의 각 점수를 대표하는 사진(Figure 5.1-5.5)을 설정하고, 다섯 명의 평가자가 이를 습득한 후 와동저의 계면의 사진(200배)을 평가하도록 하였다.

(2) 도포된 접착제 층의 균일도(unifo)

상아질 접착제 도포 후 형성된 와동 전체 레진-상아질 계면 접착층에 대해, 두께의 균일성 및 연속성에 따라 0점부터 4점까지의 각 점수를 대표하는 사진(Figure 6.1-6.5)을 설정하고, 다섯 명의 평가자가 이를 습득한 후 와동 전체의 레진-상아질 접착계면 사진(50배)을 평가하도록 하였다.

(3) 와동 선각 부위의 수분 및 기포(poros)

와동 선각 부위에 형성된 수분 및 기포성 구조의 크기와 수에 따라 0점부터 4점까지의 각 점수를 대표하는 사진(Figure 7.1-7.5)을 설정하고, 다섯 명의 평가자가 이를 습득한 후 와동의 양쪽 모서리 부위 사진(200배)을 평가하도록 하였다.

다. 통계분석

위와 같은 평가 과정으로 얻은 점수를 가지고 이를 통계분석 하였다. 먼저 동일한 접착 방법, 사용 재료의 시편들을 평가한 모든 점수 중에서 동일한 값의 점수가 차지하는 비율을 계산함으로써 5명의 평가자 내 일치도를 평가하였다. 각 재료에 있어서의 습윤 접착법과 건조 접착법의 비교는 t-test를 이용하였고, one-way ANOVA 및 Tukey's multiple comparison test를 이용하여 각 재료간의 차이를 알아보았다.

Ⅲ. 실험 결과

1. **평가자 간의 일치도**

먼저 5명의 평가자 내 일치도를 평가한 결과, 52.70% **이상으로서 신뢰성이 있다고 판단되었다**(Table 3).

<Table 3> Inter-observer correlations of each groups, materials, and parameters

Group	Dentin bonding systems	Parameter	Reliability (%)
I (wet bonding)	SBMP	*penet*	93.74
		unifo	93.94
		poros	59.41
	OC	*penet*	91.46
		unifo	79.56
		poros	54.70
	SS	*penet*	68.49
		unifo	64.29
		poros	69.71
II (dry bonding)	SBMP	*penet*	85.58
		unifo	62.84
		poros	66.18
	OC	*penet*	52.70
		unifo	65.23
		poros	60.81
	SS	*penet*	65.71
		unifo	58.82
		poros	52.63

penet : resin penetration into dentinal tubules.

unifo : uniformity of bonded layers.

poros : blisters and porosities in cavity corners.

2. 각 항목별 평가 결과

와동저 계면의 레진 침투도, 레진-상아질 접착층의 균일도, 와동 선각부위의 수분 및 기포 세 가지 항목에 대한 평균 점수와 표준편차를 <Table 4>에서 <Table 6>, <Fig. 2>에서 <Fig. 4>에 나타내었다.

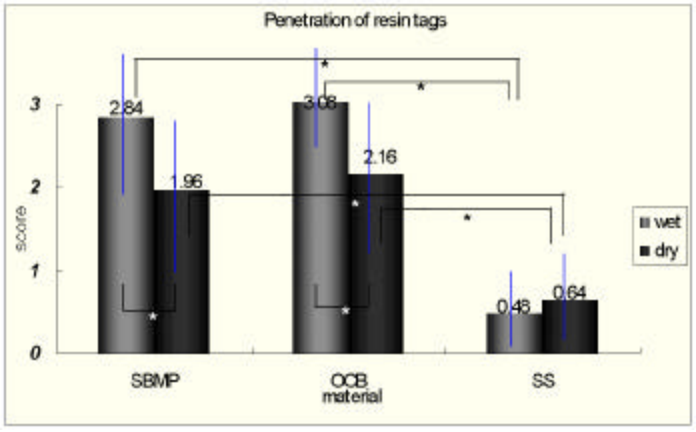
(1) 와동저 계면의 레진 침투도(Table 4, Fig. 2)

SBMP와 OCB에서, Ⅰ군(습윤 접착법)의 레진 tag 침투도가 Ⅱ군(건조 접착법)보다 더 높았다($p<0.05$). Ⅰ군(습윤 접착법)에 있어서 SBMP와 OCB의 레진 tag 침투도가 SS보다 더 높았다($p<0.05$). Ⅱ군(건조 접착법)에 있어서도 마찬가지로 SBMP와 OCB의 레진 tag 침투도가 SS보다 더 높았다($p<0.05$).

<Table 4> Scores(Mean±SD) of resin tag penetration in pulpal floor of class Ⅰ cavities.

Group	Material		
	SBMP	OC	SS
Ⅰ (wet)	2.84±0.99	3.08±0.91	0.48±0.51
Ⅱ (dry)	1.96±0.93	2.16±0.94	0.64±0.57

Comparison among the groups: t-test, $p<0.05$



<Figure 2> Comparison of resin tag penetration into dentinal tubules. Asterisk(*) means statistically significant differences($p<0.05$).

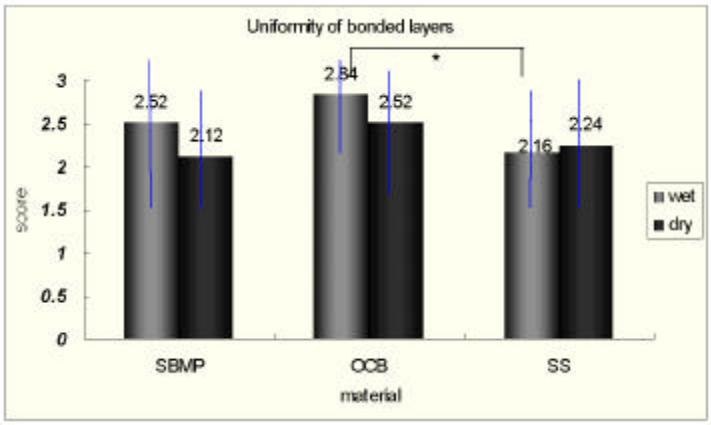
(2) **레진-상아질 접착층의 균일도**(Table 5, Fig. 3)

Ⅰ군(습윤 접착법)에 있어서 OCB**의 레진-상아질 접착층의 균일도가** SS**보다 더 우수하였다**($p<0.05$). SBMP**와** OCB**에서 Ⅰ군(습윤 접착법)의 레진-상아질 접착층의 균일도가 Ⅱ군(건조 접착법)에 비해 비교적 우수하나 통계적 유의차는 없었다**.

<Table 5> Scores(Mean±SD) of the uniformity of the whole bonded interfaces in Class Ⅰ cavities.

Group	Material		
	SBMP	OC	SS
Ⅰ (wet)	2.52±1.00	2.84±0.69	2.16±0.69
Ⅱ (dry)	2.12±0.73	2.52±0.71	2.24±0.78

Comparison among the groups: t-test, $p<0.05$



<Figure 3> Comparison of uniformity of the bonded layers. Asterisk(*) means the statistically significant differences($p<0.05$).

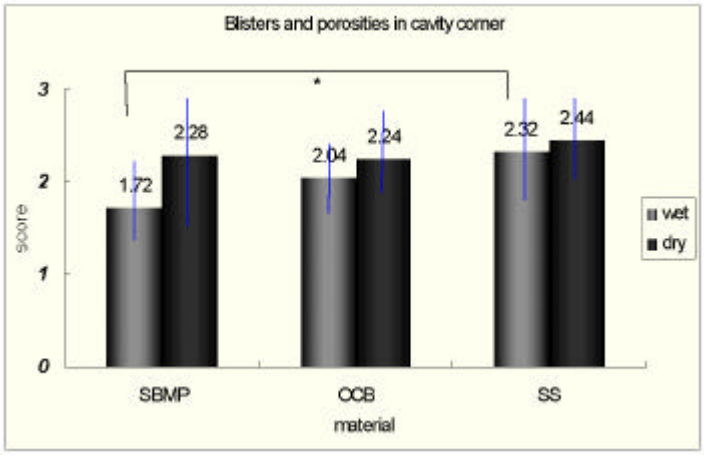
(3) **와동 선각 부위의 수분 및 기포**(Table 6, Fig. 4)

Ⅰ군(습윤 접착법)에 있어서 SS**의 와동 선각 부위의 수분 및 기포가** SBMP**보다 더 적게 나타났다**($p<0.05$). **세 가지 재료 모두에서 Ⅱ군(건조 접착법)의 경우 Ⅰ군(습윤 접착법)에 비해 우수한 결과를 보였으나 통계적 유의차는 없었다**.

<Table 6> Scores(Mean±SD) of blisters and porosities in class Ⅰ cavity corners.

Group	Material		
	SBMP	OC	SS
Ⅰ (wet)	2.00±0.76	2.16±0.47	2.08±0.81
Ⅱ (dry)	2.32±0.75	2.36±0.95	2.96±0.84

Comparison among the groups: t-test, $p<0.05$



<Figure 4> Scores of blister and porosity in the cavity corners. Asterisk(*) means statistically significant differences($p<0.05$).

Ⅳ. 총괄 및 고찰

이번 실험을 통해 in vitro 상 형성한 제 Ⅰ급 와동에서 습윤 접착법의 수행 여부에 따른 레진-상아질 경계면의 형태학적 차이를 비교해 보고자 하였다.

이 연구에선 발거된 치아를 사용하였는데 이러한 실험실 상의 조건은 생체 내의 조건에서 항상 존재하는 치수내압으로 인한 레진-상아질 결합 강도에의 영향을 고려해주지 않았다는 한계점이 있다. 그러나, 같은 실험실 상의 조건이라 해도 상아질을 원판으로 제작하여 사용하는 경우에는 모세관 현상의 작용으로 인해 보다 높은 레진 침투도와 결합력을 나타내게 된다. 이 실험에선 최근 2 주 내에 발거된 치아를 식염수에 보관하여 사용하였는데 이때의 치수 상태는 정체된 상아세관액을 보유하고 있는 상태, 즉 생체 내에서 혈관수축제가 든 국소 마취제를 주입한 후의 치수상태와 유사하다고 볼 수 있다[5].

본 실험에서 이용한 공초점레이저주사현미경은 다음과 같은 원리와 장점을 가진다. 레이저선을 광원으로 이용하여 정교한 초점이 쉽게 형성될 수 있으며, 표본 내부로 투영되어 표본이 여러 개의 얇은 단면으로 주사되면 이 빛이 사진 증폭관에서 분석되어 고감도의 수상기에서 상을 형성한다. 이후, 컴퓨터 프로그램에 의해 초점 바깥의 상은 모두 제거되고 초점에 맞는 상만 남도록 조절된다. 그리하여 해상력이 높은 상을 얻을 수 있고 광학적 절편을 이용하여 선명하고 입체적인 구조의 상을 얻을 수 있어 최근 치의학 분야에서도 많이 이용되고 있다[11]. Maseki 등은 공초점레이저주사현미경과 주사전자현미경으로 혼성층과 레진 tag의 형성을 비교한 결과 유의한 차이가 없어, 공초점레이저주사현미경 관찰이 매우 유용한 방법임을 보고하였다[12]. 본 연구에서 시편에 따라서는 레진 tag가 상아세관 내에 비정상적으로 길게 침투한 듯한 양상들을 관찰 할 수 있었는데 이는 형광염료를 상아질 접착제에 화학적으로 결합시킨 것이 아니라 단순히 혼합하였기 때문에 나타난 현상으로 여겨진다. 마찬가지로 형광염료의 혼합 균일도가 낮았을 경우, 상아세관 내에 침투되었으나 경우에 따라 형광발현이 미약한 부위도 있었으리라 추측할 수 있다.

본 연구에서는 상아질 접착 과정 시 습윤 접착법과 건조 접착법 두 가지의 방법상의 차이를 두었으며 이는 최근 보편적으로 받아들여지고 있는 습윤 접착법의 임상적 유용성과 한계성을 단일 용기 상아질 접착제에서 평가하기 위함에서였다. 보고된 바에 의하면, 상아질 접착과정 시 산 처리 후의 상아질을 압축공기로 지나치게 건조시키는 경우에는 상아질 교원섬유 미세구조가 붕괴되고 접착제의 침투 저하, 궁극적 혼성층 형성의 장애가 야기되며, 추후 레진 단량체와 혼성층 사이에서 접착실패가 초래될 수 있다[13,14]. 이러한 문제점은 친수성 접착 강화제를 이용하여 붕괴된 교원섬유 사이공간을 다시 회복함으로써 대부분 해결될 수 있다. 접착 강화제의 용매로 사용되는 acetone이나 alcohol등의 친수성은 접착제의 상아질 침투를 강화시켜 궁극적으로 미세 기계적 결합으로 인한 유지력을 증강시킨다. 이번 실험의 제 I 급 와동에서, 레진의 침투도에 있어 습윤 접착법이 건조 접착법에 비해 재료에 관계없이 보편적으로 우수한 결과를 나타내었으며 이는 종래에 보고된 실험 결과들과 일치한다.

그러나 임상에서 이러한 상아질 표면의 가장 적절한 습윤도를 얻는 것은 술자의 숙련도와 임상적 조건 등에 따라 매우 다양하게 나타날 수 있으므로 그만큼 어려운 일이다. Kanca 등이 3cm의 거리에서 1-2초 가량 살짝 건조시키는 것을 추천하였으나[14], De Goes 등은 면구나 brush로 건조시키는 것이 3초간 압축공기로 건조시키는 것에 비해 더 높은 결합강도를 보임을 보고하였다[15]. 실험실과 달리 생체에서는 치수와 근접할수록 치수조직액이 항상 차있기 때문에 상아질 표면에 남아있어야 할 적절한 양의 수분을 결정하는 것은 쉬운 일이 아니다. 필요한 최소량의 수분을 넘어서게 되면 대부분의 상아질 접착제에 있어서 오히려 접착 강화제의 농도 저하를 야기하고 계면의 결합 강도를 감소시키게 된다[16]. 압축공기로 건조시키는 시간이 지나치게 짧은 경우에 제 I 급 와동의 선각이나 첨각에 과량의 수분이 고일 가능성이 있으므로, 이를 배제하기 위해 이번 실험의 습윤 접착법에서는 수세 후 압축공기로 3초간 2cm의 거리에서 표면의 건조를 확인한 후 다시 살짝 적신 면구로 표면을 re-wetting하여 표면의 윤기를 확인하는 방법을 이용하였다. 비가역적인 교원섬유의 붕괴가 일어나지만 않는다면 re-wetting 과정으로 교원섬유의 미세 구조적 공간이 다시 확보될 수 있기 때문이다.

이번 연구에서는 특히 Syntac Sprint의 침투도가 다른 재료에 비하여 낮게 나타났는데, 이는 과거 Ferrari가 여러 가지 단일용기 상아질 접착제를 비교 시 Syntac Sprint도 유사한 형태의 혼성층과 레진 tag, 결합 측지를 형성한 것을 보고한 것[17]과 대비될 수 있다. 이번 실험에서 Syntac Sprint는 다른 두 재료와 달리 water뿐 아니라 acetone을 포함하는 상아질 접착 강화제였고, 이론적으로 볼 때에 acetone을 포함하는 상아질 접착 강화제는 상아질 습윤 정도에 보다 예민하게 반응하며 'water-chaser'의 역할을 하기 때문에, 특히 상아질이 지나치게 건조된 경우 이러한 재료의 상아질 결합은 방해를 받게 된다. 또한 두 개의 기능기를 갖는 methacrylate monomer의 원활한 침투를 위해서는 교원섬유가 re-wetting 되어있어야 한다. 제조자는 이러한 효과를 노리기 위해 Syntac Sprint에 water를 또한 포함시켰다고 보여지나, acetone base 만으로 구성된 Syntac original와 비교 시 변연부 미세 누출에 있어 오히려 더 좋지 않은 결과를 나타냈음이 보고되었다[18]. 이는 본 실험에서 Syntac Sprint의 레진 침투도가 다른 재료들에 비하여 좋지 않은 결과를 나타낸 것과 연관될 수 있다.

와동 선각 부위에 형성된 수분이나 기포성 구조의 정도에 있어서는, 통계적으로 유의한 수준은 아니나 세 가지 재료 모두에서 건조 접착법의 경우에 좀 더 우수한 결과를 보였다. 이는 습윤 접착법의 술식 민감도가 높아 바람직한 잔존 수분량 얻기가 어려움을 시사한다고 할 수 있다.

습윤 접착법 수행 시 Scotchbond Multi-Purpose가 Syntac Sprint에 비해 보다 많은 와동 선각 부위의 기포성 구조를 나타냈다. 이렇게 대조군인 Scotchbond Multi-Purpose의 결과가 좀 더 나빴던 원인으로는, 첫째, ONE COAT BOND나 Syntac Sprint에 비해 Scotchbond Multi-Purpose는 사용 시 보다 많은 과정을 거치게 되므로 접착 강화제와 접착제를 도포하는 과정에서 기포가 함입될 가능성이 많아지는 것을 들 수 있으며, 둘째, Scotchbond Multi-Purpose의 상아질 접착 강화제 내에 포함된 water의 존재를 고려한 제조자가 추천하는 사용법-산 세척 후 10초 건조-자체가 이번 실험의 제 II군 건조 접착법과 더 유사하였으므로 습윤 접착법의 경우엔 본 실험의 결과와 같이 과량의 수분이나 기포의 존재 가능성이 있음을 예상할 수 있다. 이러한 점은 상아질 접착제에 acetone이 포함된 Syntac

Sprint와 비교될 수 있다. Scotchbond Multi-Purpose와 같은 여러 단계의 과정을 거치는 상아질 접착제에서 기포성 구조가 많이 발견되는 것이 보고된 바 있으며[5,19] 수종의 water base 상아질 접착제에서 제조자의 지시대로 사용한 경우에도 이와 유사한 과습윤 현상의 결과가 나타나는 것이 투과전자현미경적 연구 등에서 보고되기도 하였다[15,20,21]. 또한 투과전자현미경을 이용하여 혼성층의 형성을 미세형태학적으로 평가한 한 연구에서는, Scotchbond Multi-Purpose를 포함한 몇몇 water-base의 상아질 접착제에서 건조 접착법과 수분 접착법 간에 특별한 차이점이 존재하지 않음을 보고하였다[10].

그러므로 재료의 특성상 상아질 접착 강화제 내에 접착에 충분한 수분이 포함되어 있는 Scotchbond Multi-Purpose의 사용 시에는 비가역적인 건조가 일어나지 않을 정도 내에서[18] 압축공기로 건조시킨 후에 제재를 제조자가 지시한 사용법에 맞게 도포하고, 접착 강화제 도포 시 와동의 접촉면적에 맞게 일회용 브러시에 소량씩 적셔서 사용하는 것이 한번에 과다한 양을 도포하는 것에 비해 보다 적절할 것으로 사료된다. 과다한 양을 도포할 경우 air-thinning 과정에서, 제 1급 와동의 치수저 중앙 부위에서는 접착 강화제 또는 접착제 층의 두께가 지나치게 얇아져서 접착층의 균일도가 소실되고 레진 tag의 형성이 감소하는 반면, 와동의 선각 부위로는 과량의 재료가 고이게 되어 이러한 과정에서 기포의 함입 등이 증가하게 되는 양상을 여러 시편에서 확인할 수 있었다.

이러한 양상은 ONE COAT BOND의 경우에는 Scotchbond Multi-Purpose나 Syntac Sprint에 비해 비교적 적게 나타났다. 이러한 원인으로는 ONE COAT BOND 재료 자체의 특성 상 silica 등을 첨가하여 점성이 증가한 것과, 증가된 점성에 맞게 20초간 상아질 표면에 마사지하면서 적용하게끔 한 도포 방법상의 변화가 전체적 접착층의 균일도를 증진시키는 데 기여하였고, 반복된 마사지 과정에서 와동저 부위의 상아세관 내에 잘 침투해 들어간 것 때문이리라 추측된다. 또한 이미 마사지의 과정동안 접착제가 와동 내면에 비교적 고르게 분포되었던 상태이므로 다른 재료 보다 점성이 높은 ONE COAT BOND에서는 air-thinning 과정에서도 와동 선각 부위로 고이는 현상이 완화되었으리라고 생각된다.

반면 실험실상에서의 여러 가지 단일용기 상아질 접착제의 혼성층 형성 양상

을 투과전자현미경으로 관찰한 연구 결과에서는, ONE COAT BOND의 경우 상아세관에는 잘 밀려들어간 반면 혼성층의 형성은 불분명한 것으로 보고하면서 마사지의 작용이 산 처리 후 노출된 교원섬유의 망상구조를 붕괴시켰으리라 추측하였다[20]. 앞서 기술한 각 재료의 특성은 공초점레이저주사현미경을 통해 접착층의 균일도나 레진 tag의 형성 등을 관찰한 결과이므로 실제 임상적 환경에서의 레진-상아질 계면의 결합력이나 투과전자현미경 등을 이용한 미세현미경적 연구에서의 혼성층의 형성 결과와 반드시 일치한다고 볼 수는 없다.

실험 과정의 조건에 따른 차이가 결과에 영향을 끼쳤으리라 예상할 수 있다. 이번 실험에서는 접착제에 공초점레이저주사현미경 관찰을 위한 형광염료가 혼합되어 색 구별이 가능한 상태였으므로 접착제의 도포 여부나 균일도를 육안으로 식별할 수 있었다. 게다가 발거된 치아 상에서 수행하였으므로 시술부위에의 시야 확보가 보다 유리하여 접착 강화제 또는 접착제가 와동 내에 도포되는 양상을 확인하기가 용이하였다. 이에 비해 실제 임상에서는 접착제가 투명하고 접근도에 제한이 있어 시야 확보의 측면에서 훨씬 불리한 조건이라는 차이가 있음을 염두에 두어야 할 것이다.

제 5세대 상아질 접착제인 단일용기 상아질 접착제는 Scotchbond Multi-Purpose와 같은 다단계 상아질 접착제에서와 같이 상아질 접착 강화제가 독립적 역할을 수행할 수 있도록 따로 분리되어 있지 않으나, 이번 연구 결과에서 볼 때 ONE COAT BOND의 레진 침투도와 접착층의 균일도는 과거부터 우수한 결과가 보고되어 온 Scotchbond Multi-Purpose에 견줄만한 바람직한 결과를 나타내었다. 즉 단일용기 상아질 접착제의 친수성 성분과 단량체의 확산능이 적절히 확보된다면[19] 보다 간편해진 술식을 통해서도 만족스러운 결과를 나타낼 수 있게 되므로, 이번 실험을 통해서도 단일용기 상아질 접착제가 임상적으로 유용할 수 있음을 확인하였다.

또한 제 I급 와동에 있어서 습윤 접착법 이용 시 술식에 따라서는 와동 선각부위에서 과습윤현상이 나타나 결합의 질적 저하를 초래할 수 있으므로, 재료에 대한 정확한 사전 이해와 와동의 형태나 조건에 맞는 사용방법의 개발과 숙지가 필요하다. 이를 위하여서는, 향후 실험실에서 뿐 아니라 생체 내에서 접착 과정을

거친 치아의 레진-상아질 계면에 대한 공초점레이저주사현미경, 투과전자현미경 등을 복합적으로 이용한 미세 형태학적 연구 및 이와 연관된 변연부 미세 누출, 결합 강도 평가 등 활발한 연구가 필요하다. 그럼으로써 상아질 자체의 속성과 상아질 접착제의 특성에 대한 이해, 보다 우수하고 간편한 상아질 접착제의 개발과 더불어, 이 둘 사이를 매개하는 접착 방법의 표준화가 머지 않은 미래에 이루어질 수 있으리라 기대한다.

Ⅴ. 결론

본 연구에서는 복합 레진의 치료에 있어 임상 술식을 간편화하기 위해 개발된 단일용기 상아질 접착제의 제 Ⅰ급 와동에 있어서의 레진-상아질 경계면을 공초점 레이저주사현미경으로 관찰하여 형태학적인 평가를 하였다. 총 30개의 2 주 이내에 발거된 건전한 영구치에 근원심, 협설측 폭 및 깊이 3㎜의 와동을 형성하고, 이를 산 처리 후의 상아질 습윤 정도에 따라 각 15개씩 습윤 접착법과 건조 접착법의 두 군으로 나누었다. 단일용기 상아질 접착제인 ONE COAT BOND(OCB)와 Syntac Sprint(SS), 그리고 대조군인 Scotchbond multi-purpose(SBMP)에 공초점레이저주사현미경의 관찰을 위한 형광염료(rhodamine B)를 혼합, 각 군에 처리하여 레진-상아질 계면을 얻어낸 후 시편을 제작하여 공초점레이저주사현미경으로 관찰하였다. 와동저 상아세관 내로의 레진 침투도, 와동 전체 내면 레진-상아질 접착층의 균일도, 와동 선각 부위의 기포나 수분 형성, 세 가지의 항목으로 다섯 명의 치과의사가 0-4점까지 평가하였고, 그 결과 다음과 같은 결과를 얻었다;

1. 관찰한 모든 실험군 및 대조군에서, 와동의 변연을 따라 형광염료를 섞은 상아질 접착제가 침투해 들어간 양상을 관찰할 수 있었다.

2. 제 Ⅰ급 수복물의 와동저 상아세관 내로의 레진 침투도에 있어서, SBMP와 OCB로 습윤 접착법을 수행한 경우 건조 접착법을 수행한 경우보다 더 우수하였고, 접착 방법에 상관없이 SBMP와 OCB의 침투도가 SS의 침투도에 비해 우수하였다.

3. 제 Ⅰ급 수복물 와동 전체 내면의 레진-상아질 접착층의 균일도에 있어서, 습윤 접착법의 경우, OCB가 SS에 비해 우수한 균일도를 보였다.

4. 제 Ⅰ급 수복물 와동 선각 부위의 기포나 수분의 형성에 있어서, 습윤 접착법의 경우 SS가 SBMP에 비해 우수한 결과를 나타내었고, 건조 접착법이 습윤 접착법에 비해 높은 점수를 보였으나 통계적 유의차는 존재하지 않았다.

이상의 결과로 보아 단일용기 상아질 접착제의 친수성 성분과 단량체의 확산 능이 적절히 확보된다면 임상적으로 유용할 수 있음을 확인하였다. 또한 습윤 접착법 이용 시 술식에 따라서는 제 I급 와동 선각 부위에서 과습윤현상이 나타나 결합의 질적 저하를 초래할 수 있으므로, 재료에 대한 정확한 사전 이해와 와동의 형태나 조건에 맞는 사용 방법의 개발과 숙지가 필요하다.

참고문헌

1. Eick JD. et al. The dentinal surface : Its influence on dentinal adhesion, Part Ⅲ., Quintessence Int, 24:571-582, 1993.

2. Pashley DH et al. Permeability of dentin to adhesive agents, Quintessence Int, 24:618-631, 1993.

3. Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. J Dent 22:141-146, 1994.

4. Schupbach P, Krejci I, Lutz F. Dentin bonding: effect of tubule orientation on hybrid layer formation, Eur J Oral Sci, 105:344-352, 1997.

5. Watson TF, De Wilmot DM. A confocal microscopic evaluation of the interface between Syntac adhesive and tooth tissue. J Dent 20:302-310, 1992..

6. Kanca J. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. Quint Int 23:39-41, 1992.

7. Vargas MA, Swift EJ Microleakage of resin composites with wet Vs dry bonding. Am J Dent 7:187-189, 1994.

8. Saunders WP ,Saunders EM. Microleakage of bonding agents with wet and dry bonding techniques. Am J Dent 9:34-36, 1996.

9. Santini A, Mitchell S. Effect of wet and dry bonding techniques on marginal leakage. Am J Dent 11:219-224, 1998.

10. Van Meerbeek B. et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. J Dent Res 77(1):50-59, 1998.

11. Watson TF. Application of confocal scanning optical microscopy to dentistry. Brit Dent J 9:287-291, 1991.

12. Maseki T, Suda S, Okuyama C. Observation of the resin-dentin interface using CLSM. IADR Abst. #1435, 1998.

13. Gwinnett AJ. Moist Vs dry dentin: Its effect on shear bond strength. Am J Dent 5:318-320, 1992.

14. Kanca J. Wet bonding: Effect of drying time and distance. Am J Dent 9:273-276, 1996.

15. De Goes MF. Pachane GC. Garcia-Godoy F. Resin bond strength with different methods to remove excess water from the dentin. American Journal of Dentistry. 10(6):298-301, 1997 Dec.

16. Swift EJ, Bayne SC. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. Am J Dent. 10:184-188, 1997.

17. Ferrari M. Goracci G. Garcia-Godoy F. Bonding mechanism of three "one-bottle" systems to conditioned and unconditioned enamel and dentin. American Journal of Dentistry. 10(5):224-30, 1997 Oct.

18. Santini A. Microleakage of resin-based composite restorations using different solvent-based bonding agents and methods of drying acid-etched dentin. American Journal of Dentistry. 12(4):194-200, 1999 Aug.

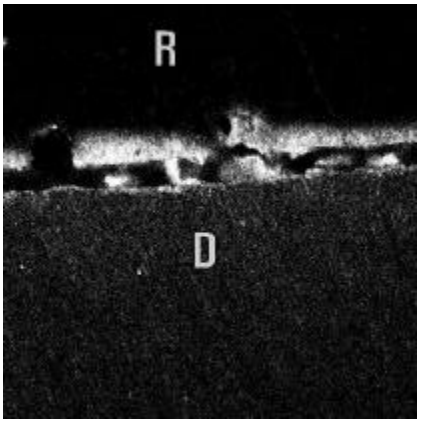
19. Prati C, Chersoni S, Moniorgi R, Pashley DH. Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. Operative Dentistry. 23: 185-194, 1998.

20. **양동운, 이찬영. 단일용기 상아질 접착제 처리 후 레진-상아질 경계면에 대한 투과전자현미경적 연구. 대한치과보존학회지**. 25(2):180-192, 2000.

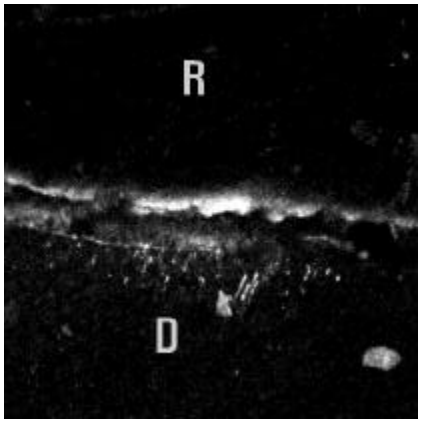
21. Tay FR. Gwinnett AJ. Wei SH. The overwet phenomenon: an optical micromorphological study of surface moisture in the acid conditioned resin-dentin interface. American Journal of Dentistry. 9:43-48, 1996.

사진부도 설명

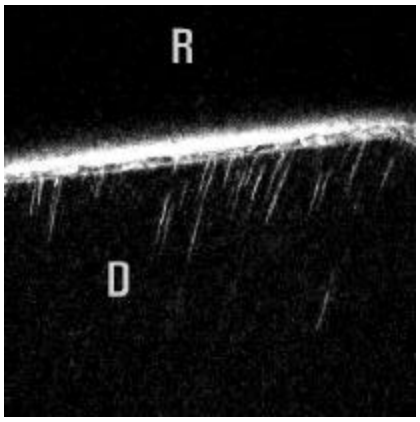
사진부도 ①



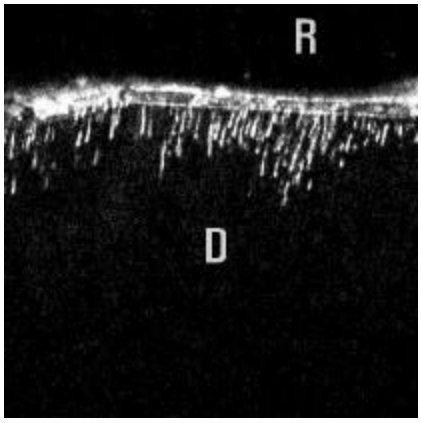
<Fig. 5.1>



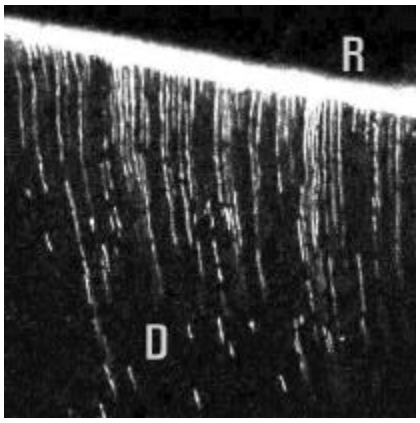
<Fig. 5.2>



<Fig. 5.3>

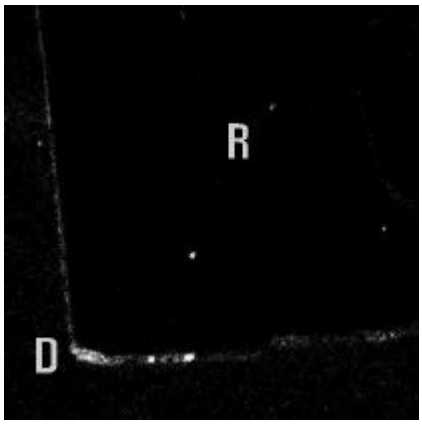


<Fig. 5.4>

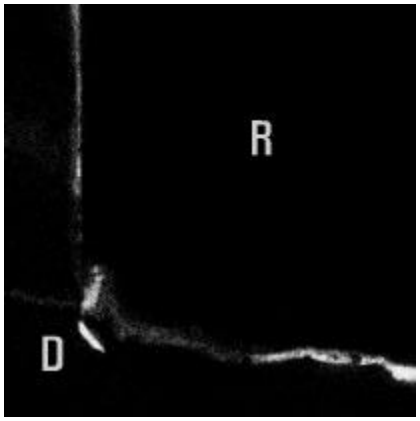


<Fig. 5.5>

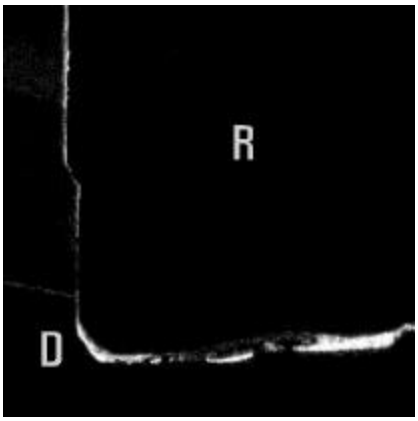
사진부도 ②



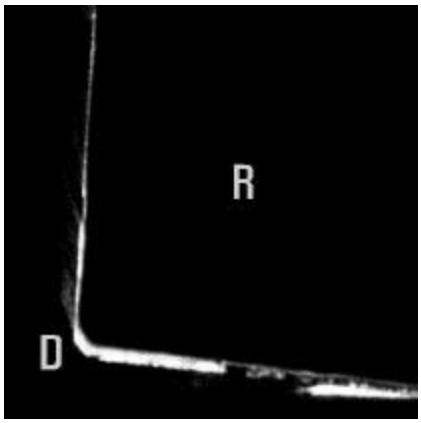
<Fig. 6.1>



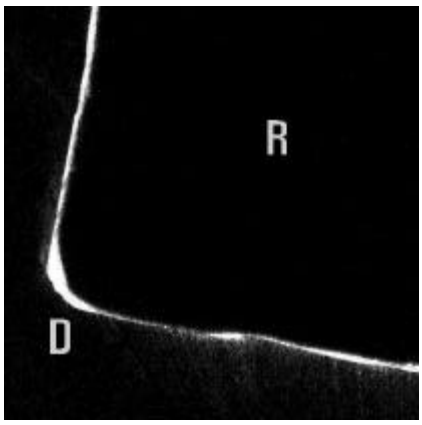
<Fig. 6.2>



<Fig. 6.3>

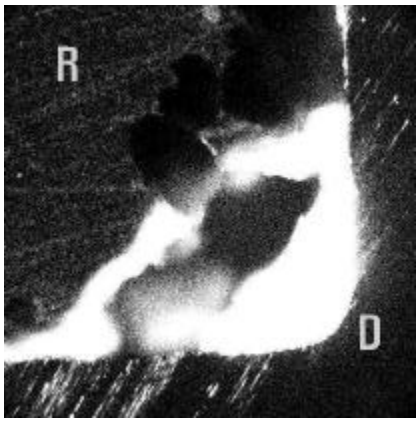


<Fig. 6.4>

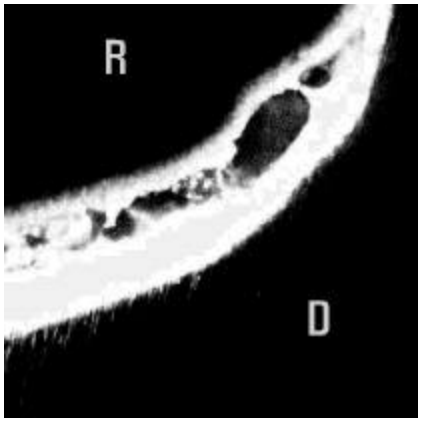


<Fig. 6.5>

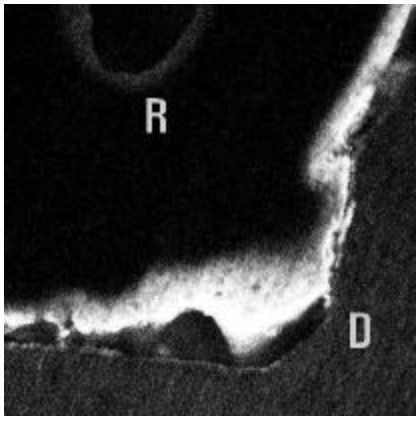
사진부도 ③



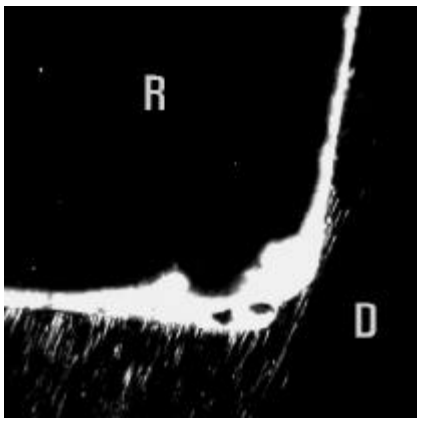
<Fig. 7.1>



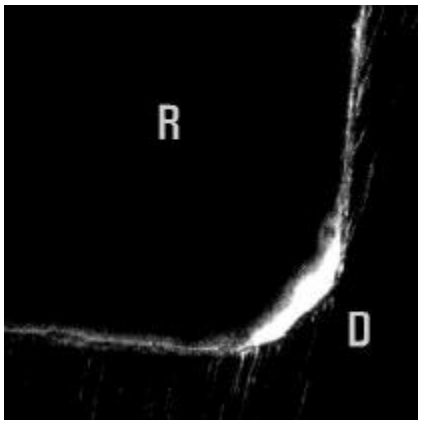
<Fig. 7.2>



<Fig. 7.3>



<Fig. 7.4>



<Fig. 7.5>

Abstract

A confocal microscopic study on resin-dentin interfaces in one-bottle adhesive systems bonded to class Ⅰ cavities

Mo Ran Kim, D.D.S.,M.S.D.

Department of Dentistry, The Graduate School of Dentistry, Yonsei University

(Directed by Professor Sung Ho Park, D.D.S.,M.S.D.,Ph.D.)

Objective: The purpose of this study was to evaluate the effect of wet and dry bonding on resin-dentin interfaces of class Ⅰ restoration bonded with two one-bottle dentin bonding systems and one multi-step dentin bonding system using confocal laser scanning microscope(CLSM).

Materials and Methods: Thirty class Ⅰ cavities were prepared from freshly extracted caries-free human teeth. These teeth were divided into two groups based upon the status of remained surface moisture :Group Ⅰ, wet bonding; Group Ⅱ, dry bonding. Resin-dentin interfaces were produced with two one-bottle dentin bonding systems-ONE COAT BOND(OCB; Coltene®) and Syntac®Sprint™(SS; VIVADENT)-and one multi-step dentin bonding system-Scotchbond™multi-purpose(SBMP; 3M Dental Products)-as control according to manufacturers' instructions. Cavities were restored with Spectrum®(Dentsply). Specimens were immersed in saline for 24 hours and sectioned longitudinally with a low-speed diamond disc. The resin-dentin interfaces were microscopically observed using CLSM. The quality of resin-infiltrated dentin layers were evaluated by five dentists using 0-4 scale.

Results: Confocal laser scanning microscopal investigations using primer labeled with rhodamine B showed that the penetration of the primer occurred

along the cavity margins.

Statistical analysis using one-way ANOVA followed by Tukey's test revealed that the primer penetration of the group **I** (wet bonding) was more effective than group **II** (dry bonding) in SBMP($p=0.0022$) and OCB($p=0.001$). In SS there was no significant difference. In the group **I**, the penetration quality and the bonding uniformity of OCB were superior to SS. In the group **II**, the penetration quality of SBMP were superior to SS. And there was no significant difference in the penetration quality, bonding uniformity and the porosity among the other groups or materials.

Key words: one-bottle dentin bonding systems, confocal laser scanning microscopy, resin-dentin interfaces, wet-bonding techniques, overwet phenomenon.