제 5급 와동에서의 단일용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제의 상아질에 대한 침투도 평가

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 형 수

제 5급 와동에서의 단일용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제의 상아질에 대한 침투도 평가

지도 박 성 호 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2001년 12월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 형 수

김형수의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2001년 12월 일

감사의 글

수련생활을 마치며 부족하나마 논문을 발표할 수 있게 되어 너무나 기쁩니다.

논문을 쓰면서 지도와 격려로 저를 인도해주신 박성호 교수님께 진심으로 감사드리며, 수련기간동안 늘 곁에서 지켜봐 주신 금기연 교수님, 그리고 열정을 가지고 늘 노력하는 모습을 가르쳐주신 이승종 교수님, 이찬영 교수님, 윤태철 교수님, 노병덕 교수님, 김의성 교수님, 정일영 교수님께 감사드립니다. 논문을 쓰는데 도움을 주신 모든 의국원들과 김모란 선생님 특히, 영동에 같이 근무하는 서명아 선생님과 홍상희 선생님께 깊은 감사의 말을 드립니다.

늘 저를 걱정하시고 챙겨주시는 부모님과 형님에게도 이 글을 빌어 존경과 사랑의 마음을 바칩니다.

2001년 12월

저자 씀

목 차

도표 및 사진 부도 목차 ①

도표 및 사진 부도 목차 ②

국문요약

제 5급 와동에서의 단일용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제의 상아질에 대한 침투도 평가

이 연구는 최근 사용되고 있는 단일용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제를 이용하여 제 V 급 복합레진 수복물에 있어서의 레진-상아질 경계면을 공초점 레이저주사현미경으로 관찰함으로써, 치경부 마모증의 존재, 와동 형성의 영향 및 상아세관 주행방향에 따른 차이점을 비교 평가하는 것이 목적이다.

총 40개의 발거된 건전한 영구치를 두 개의 군으로 나누었다: 1군(20개)- 치경부 마모증; 2군(20개)- 쐐기모양 V 급 와동 형성. 실험군인 두 가지의 단일용기 상아질 접착제-ONE COAT BOND(OCB; Coltène®), Syntac®Sprint™(SS; VIVADENT)-와, 자가 산부식 접착제인 CLEARFIL™ SE BOND(SB; KURARAY), 대조군인 Scotchbond™multi-purpose(SBMP; 3M Dental Products)에 공초점 레이저주사현미경 관찰을 위해 형광염료(rhodamine B)를 혼합하고 각 군에 처치한 후, 복합레진-Spectrum®(Dentsply)-으로 와동을 충전하였다. 24시간 동안 식염수에 담가 보관 후 Diamond disc로 치아 장축을 따라 절단하여 수복물 중앙부에서의 레진-상아질 경계면을 얻어, 이를 공초점레이저주사현미경으로 관찰하였다. 출력한 사진을 보고 다섯 명의 치과의사가 0-4점까지의 점수로 레진-상아질 경계면을 평가하였고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상아세관이 레진-상아질 계면에 수직인 경우에는, 평행하거나 비스듬한 경우에 비해 깊은 레진 tag가 형성되는 양상이 관찰되었다.

2. 제 V급 수복물에 있어서 치경부 마모증에 비하여 와동을 형성해 준 경우에, 그리고 교합쪽 변연에 비하여 치은쪽 변연에서 레진 tag의 침투도가 보다 높게 나타났다.

3. 단일 용기 상아질 접착제 중 ONE COAT BOND는 SBMP와 유사한 레진 침투도를 보였으나 Syntac sprint와 자가 산부식 접착제인 SE bond는 그보다 떨어지는 결과를 보였다.

핵심되는 말: 단일용기 상아질 접착제, 자가 산부식 접착제, 레진-상아질 경계면, 공초점레이저주사현미경, 치경부 마모증

제 5급 와동에서의 단일용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제의 상아질에 대한 침투도 평가

연세대학교 대학원 치의학과
(지도 박 성 호 교수)
김 형 수

Ⅰ.서론

임상에서 흔히 접하게 되는 환자의 증상 중 과민성 치아 증후군은 치경부 마모증과 연관된 경우가 많다. 이때, 상아질의 기계적 손상으로 인한 상아세관의 노출 여부 및 이차적인 석회화나 폐쇄 정도에 따라 다양한 증상을 나타내게 된다.

노출된 상아세관을 밀폐하고 이차적인 기계적 손상이나 우식증을 막으며 심미성을 회복할 수 있는 방법으로서 비교적 높은 색채 안정성, 내마모성 및 결합강도를 갖는 복합레진 수복물을 사용하는 것이 주로 추천되고 있다. 최근의 접착제들이 레진과 상아질 사이에 미세 기계적 결합을 이루기 위해 사용하는 방법은 산부식과 세척을 통해 도말층을 완전히 제거하는 것과 도말층을 보존하는 2가지가 있다[1]. 이러한 경우의 결합은 상아질 표면에서 노출된 교원질 섬유소 사이로 친수성 레진 단량체가 침투하여 생기는 레진-상아질 혼성층(hybrid layer)이 상아질과 수복재 사이를 연결함으로써 이뤄진다. 그러나 이러한 수복물의 장기적 관찰시 탈락이 일어나거나 특히 치은측 변연에서 결합 강도가 낮아[2] 변색이나 이차 우식증이 나타나는 경우가 많음이 보고되었다.

혼성층의 형성은 치아나 환자의 나이, 재료 등의 다양한 요소에 의해 영향을 받으며[3] 치은측 변연의 결합력이 교합측 변연의 결합력에 비해 낮게 나타난다[4].

이의 가능한 영향 요인으로는 치주낭액에 의한 임상과정 중의 오염 및 이에 의한 결합력의 약화, 수복 후 가해지는 저작압의 크기와 방향 등이 있으며, 그 뿐 아니라 상아질의 미세 구조적 형태에 의해서도 영향을 받게 되며 이의 예로 상아질의 이차적인 석회화나 상아세관의 주행 방향 등과 같은 치아의 구조적, 형태적 차이 등을 들 수 있다[3,4,5]. 치경부 마모증에서 와동 내벽의 위치에 따라 노출된 상아세관의 방향은 다양하며 이런 까닭에 상아질 접착제의 결합강도 또한 다양하게 나타날 수 있음이 보고된 바 있다[6]. 또한 레진-상아질 계면의 구조적 변화를 보다 자세히 보기 위해 아르곤 이온 처리 및 연마술 후 SEM으로 관찰한 결과, 석회화되고 막혀있는 상아세관의 경우에 비해 내부가 비어있는 상아세관에서 혼성층의 두께가 더욱 넓게 나타났으며, 상아세관이 와동면에 평행한 경우 혼성층의 두께가 가장 얇게 나타났음이 보고되었다[7].

최근에 개발되어 많이 사용되고 있는 두가지 상아질 접착제로 단일 용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제를 들 수 있다. 단일 용기 상아질 접착제는 접착성 공단량체 혼합물이 같은 용기에 들어 있기 때문에 단일 성분 또는 단일 용기라고 정의되며 분리된 primer와 접착제에 의한 기능이 동시에 이루어지지만 독립된 primer의 부재는 상아질 접착제의 젖음성이나 침투 깊이를 감소시켜 접착과 봉합능력을 떨어뜨릴 수 있다[8]. 자가 산부식 접착제는 산부식과 접착 과정에서 발생할 수 있는 술식의 민감성을 줄이기 위해 개발되었는데 상아질과 법랑질의 도말층에 직접 도포되고 공기로 건조되며 부착기전에 있어서 콘디셔닝 후에 교원질 섬유의 와해 문제를 제거한다고 알려져 있으며[8] 탈회와 동시에 레진 침투를 함으로써 치아 면과 접착 재료 사이에 연속성을 형성할 수 있다.

상아질 결합의 연구에 주로 이용되는 방법은 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM), 투과전자현미경(Transmission Electron Microscope, TEM), 주사투과 전자현미경/energy-dispersive spectroscopy 및 공초점주사현미경(Confocal Scanning Light Microscopy) 등을 들 수 있다. 이런 방법들을 이용해 결합계면의 형태학적 연구, 미세변연누출의 측정 등에 관한 연구가 진행되고 있으며 비록 이러한 연구들의 결과로 인해 상아질 접착 기전이 비교적 단순 명료해지고 있기는 하나 복잡한 상아질 접착을 한가지의 방법으로 판단하기는 어렵다. 공

초점주사현미경은 주사전자현미경 검사 등에서 생기는 왜곡, 조작성의 문제나 시편의 탈수현상 없이도 비교적 실제 환경 하에서와 가깝게 표면 직하방의 형태를 관찰할 수 있고 접착제의 성분에 형광 안료를 섞음으로써 상아세관과 측지를 통한 레진 tag의 형성 등을 확인할 수 있다[6,9].

상아질 접착제의 상아질에 대한 결합력을 측정하는 연구는 많이 진행되어 어느 정도의 만족할 만한 정도에 이르렀으나 레진과 상아질 경계면에 대한 미세형태학적 연구는 미미한 상태이다.

이 연구는 최근 많이 사용되는 단일용기 상아질 접착제(one-bottle dentin bonding systems)와 자가 산부식 접착제(self etching primer)를 공초점레이저주사현미경을 이용하여 치경부 마모증이 있던 경우와 그렇지 않은 경우의 제 5급 와동에 있어서 상아세관의 주행방향 차이나 상아질 접착제의 재료 차에 따른 레진-상아질 계면에서의 레진 침투도를 비교 평가하는 것이 목적이라 하겠다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

치아 우식증이나 기존 수복물이 없는, 최근 1달 이내에 발거된 총 40개의 건전한 상,하악 소구치를 생리 식염수에 담가 냉장 보관 후 사용하였다. 그 치아들은 치주적, 교정적인 원인으로 발거한 것으로 20개는 치경부 마모증이 있던 치아였고, 나머지 20개는 없던 치아였다. 실험의 각 군에 대한 명명 및 치아의 개수, 특징적 사항은 다음 <Table 1>에 나타나있다.

<Table 1> Names, numbers and characteristics of each groups of experiment

Group	1	2
Numbers	20	20
Characteristics	Cervical abrasion	Wedge-shaped cavity preparation

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

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

Systems		LOT#	and compositions	Manufacturers' instructions
Scotchbond™ Multi-Purpose (3M, St Paul MN)	etchant	9KR	maleic acid(10%), water, polyvinyl alcohol thickener	etching 15s, rinsing 15s
	primer	9XB	HEMA, water, polyalkenoate copolymer	air-drying 10s apply primer
	adhesive	8KT	Bis-GMA, HEMA	apply adhesive light curing 20s
ONE COAT BOND (Coltène®)	etchant	II649	phosphoric acid(15%)	etching 30s, rinsing 20s
	adhesive	II649	HEMA, HPMA, Glycerol dimethacrylate, polyalkenoate methacrlized, UDMA, amorphous silica	air-drying (removing excess moisture) apply adhesive(massage) 20s gentle air-thinning light curing 30s
Syntac®Sprint™ (VIVADENT)	etchant	B20862	phosphoric acid(37%)	etching 15s, rinsing 20s
	adhesive	B17725	HEMA, MMPAA, maleic acid, fluoride compound, water, acetone	air-drying (removing excess moisture) apply adhesive 10s gentle air-thinning after 15s light curing 20s
Clearfil™ SE BOND(Kuraray)	primer	00184A	MDP, HEMA, hydrophilic dimethacrylate, camphorquinone, water, Bis-GMA, silanated colloidal silica	self etching primer 20s air-drying (removing excess moisture) apply adhesive gentle air-thinning light curing 10s
	adhesive	00174A		

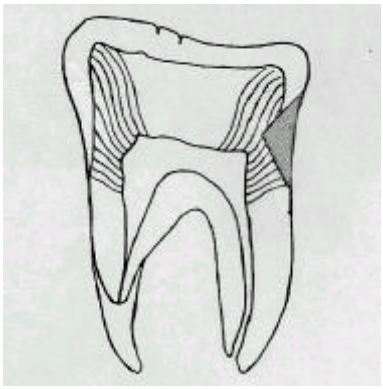
2. 실험 방법

가. 치아 준비 및 상아질 접착, 복합 레진 수복

(1) 실험

1군의 경우, 쐐기 모양 또는 국자 모양의 치경부 마모증이 협면의 백악-법랑

경계부위를 중심으로 상아질에 국한된 깊이로 형성되어 있는 치아 20개(각 재료 당 5개)를 선택하여 저속의 handpiece에 불소가 없는 pumice와 rubber cup을 이용하여 표면을 깨끗이 하였다. 2군 역시 20개의 치아에 <Figure 1>과 같이 협면의 백악-법랑 경계부위를 중심으로 쐐기 모양의 제 5급 와동을 고속의 handpiece에 cylindrical diamond bur를 달아 수주 하에 형성하였다. 형성된 와동의 치아면에 대한 각도는 교합측과 치은측 모두 약 45도가 되도록 하되, 근원심 폭 약 5㎜, 높이 2.5㎜, 깊이 3㎜의 치경부 마모증에 의한 와동과 비슷한 형태가 되도록 하였다. 위의 각 군에 대하여 <Table 2>의 네 가지 상아질 접착제에, 공초점레이저주사현미경 하에서 관찰하기 위해 0.1%로 rhodamine B®(Aldrich Chem Co., Milw, WI, USA)를 혼합하였다. 각 상아질 접착제를 제조자의 지시대로 처치하고 광중합한 후, 혼성형 복합 레진인 Spectrum®(Dentsply, DeTrey, Konatanz, Germany)을 이용하여 와동을 1회에 충전, 40초간 광중합 하였다. 치아는 실험 과정 도중 이외에는 항상 생리식염수에 보관하였다.



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

나. 시편 제작, 관찰 및 평가

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

Minitome®(Struers, Denmark) low-speed diamond saw를 이용하여 치아를 협설측 방향으로 와동의 중심부를 따라 장축에 평행하게 절단하고, 관찰하고자 하는 표면을 1500grit silicone carbide paper로 연마하였다. 이러한 과정을 거쳐 각 군별 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 가지 대물렌즈와 10× 접안렌즈 하에 관찰하였고, TCS NT system(Hidelberg, Germany)을 이용하여 보다 선명한 상을 얻어내었다.

이와 같은 방법으로 모든 시편에 대해 저배율 상(50배)에서 와동 전체적인 레진-상아질 접착계면을 촬영하였고, 교합측, 치은측 계면을 200배에서 촬영하였다. 최종의 상은 Fujix Pictography 3000 digital printer(Fuji, Tokyo, Japan)로 출력하였다.

실험의 결과는 각 재료나 실험에 대한 정보는 주어지지 않은 상태로 다섯 명의 동일한 임상경험기간을 가진 보존과 수련의에 의해 무순위로 평가되었다.

*시편의 평가

교합측 계면과 치은측 계면을 나누어 레진의 침투도를 평가하되, 시편중 가장 침투가 되지않은 시편을 0으로 하고 침투가 잘된 시편을 4로 하여 표준화된 그림을 보고(사진부도; Figure 6.1-Figure 6.5, Figure 7.1-Figure 7.5) 비교 평가하여 0-4점까지 5단계의 점수를 부여하였다.

다. 통계분석

위 실험의 평가 수치를 가지고 통계분석 하였다. 먼저 다섯 명의 평가자 내 일치도를 Chronbach α test로 평가하였다. 각 재료에 있어서의 치경부 마모증과 와동 형성 군간의 비교, 교합쪽과 치은쪽 계면의 비교는 t-test를 이용하였고, one-way ANOVA 및 Duncan's Multiple Range test로 각 재료에 대한 평가 항목별 점수의 통계학적 유의차(95% 신뢰수준) 존재 여부 및 각 재료간의 차이를 알아보았다.

Ⅲ.실험 결과

1. 평가자 간의 일치도

먼저 다섯 명의 평가자 내 일치도를 평가한 결과, 최소한 76.1% 이상으로서 신뢰성이 있다고 판단되었다(Table 3).

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

Group	Dentin bonding systems	area	reliability(%)
1	SBMP	*occlu*	83.3
		gingi	98.8
	OCB	*occlu*	96.0
		gingi	98.8
	SS	*occlu*	92.3
		gingi	76.9
	SB	*occlu*	76.1
		gingi	94.0
2	SBMP	*occlu*	93.8
		gingi	91.3
	OCB	*occlu*	98.0
		gingi	98.4
	SS	*occlu*	96.4
		gingi	90.4
	SB	*occlu*	96.4
		gingi	83.3

occlu : resin penetrations in occlusal interfaces.

gingi : resin penetrations in gingival interfaces.

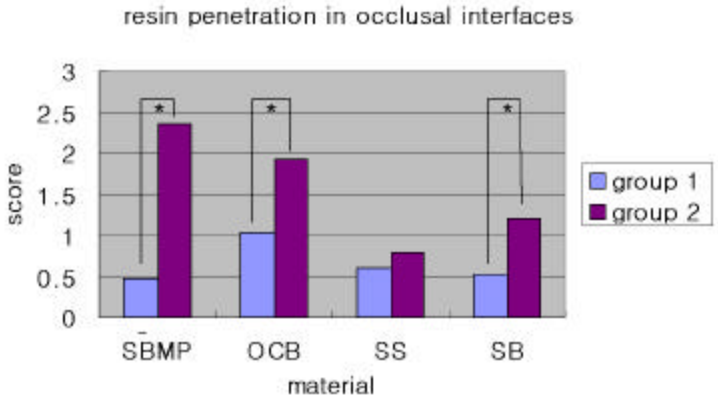
2.. **재료와 군간 평가**(Table 4-Table 5, Fig 2-Fig 5)

각 재료별 평균 점수와 표준편차를 교합측, 치은측 두 부위를 달리하여 <Table 4>**와** <Table 5>**에 나타내었고 각 재료의 평균값에 해당하는 시편의 관찰 상은 교합측, 치은측과 1군, 2군으로 나누어** Fig 9-12**까지 나타내었다.**

<Table 4> Resin penetration scores(Mean±SD) at the occlusal interfaces

Material / Group	SBMP	OCB	SS	SB
1 (Cervical abrasion)	0.48±0.51(B)	1.04±0.80(A)	0.60±0.58(B)	0.52±0.51(B)
2 (V-Shaped cavity)	2.36±0.64(A)	1.92±1.04(A)	0.80±0.71(B)	1.20±0.76(B)

Comparison among the groups: one-way ANOVA, $p<0.05$



<Figure 2> Resin penetration scores in occlusal interfaces of class V restorations. Asterisk(*) means statistically significant differences($p < 0.05$)

· 교합측 계면에서 SBMP, OCB, SB에서, 1군(치경부 마모증)보다 2군(V형 와동 형성)에 대한 침투도가 더 높았다(P<0.01, Fig 2, Table 4).

· 교합측 계면에서, 치경부 마모증의 경우에 OCB의 침투도가 나머지 3가지 보다 높았으며 V형 와동을 형성한 경우에 SBMP, OCB가 SS, SB보다 침투도가 더 높았다(p<0.05, Fig 2, Table 4).

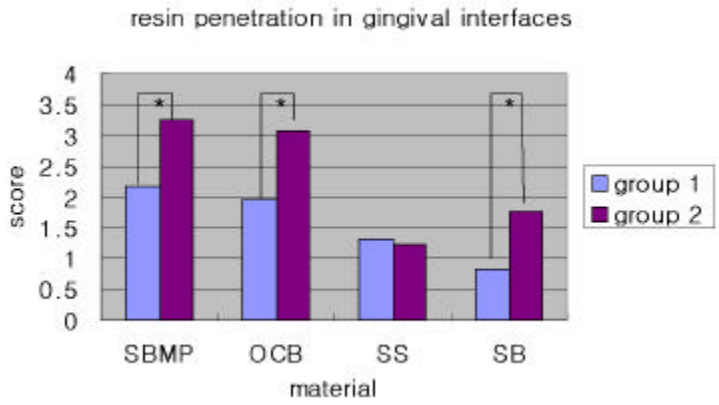
· 치은측 계면에서는 SBMP, OCB, SB에서, 1군(치경부 마모증)보다 2군(V형 와동 형성)에 대한 침투도가 더 높았다(p<0.05, Fig 3, Table 5).

· 치은측 계면에서, 치경부 마모증의 경우에 SBMP와 OCB의 침투도가 SS, SB 보다 더 높았고(p<0.05), V형 와동을 형성한 경우에도 SBMP, OCB가 SS, SB 보다 침투도가 더 높았다(p<0.05, Fig 3, Table 5).

<Table 5> Resin penetration scores(Mean±SD) at the gingival interfaces

Material / Group	SBMP	OCB	SS	SB
1 (Cervical abrasion)	2.16±1.14(A)	1.96±0.84(A)	1.32±0.48(B)	0.84±0.70(B)
2 (V-Shaped cavity)	3.24±0.52(A)	3.08±0.86(A)	1.24±0.60(B)	1.76±0.44(B)

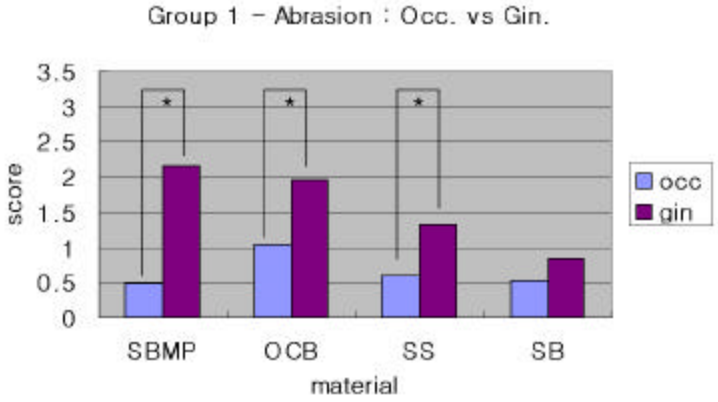
Comparison among the groups: one-way ANOVA, p<0.05



group 1 : cervical abrasion

group 2 : V-shaped cavity

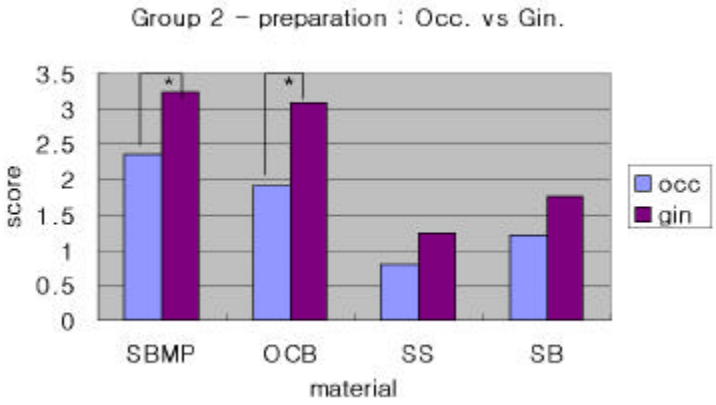
<Figure 3> Resin penetration scores in gingival interfaces of class V restorations. Asterisk(*) means statistically significant differences($p < 0.05$)



occ : occlusal interfaces

gin : gingival interfaces

<Figure 4> Comparison of resin penetrations of occlusal and gingival interfaces in group 1(cervical abrasion). Asterisk(*) means statistically significant differences($p < 0.05$)



occ : occlusal interfaces

gin : gingival interfaces

<Figure 5> Comparison of resin penetrations of occlusal and gingival interfaces in group 2(V-shaped cavity preparaion). Asterisk(*) means statistically significant differences($p < 0.05$)

· 1군(치경부 마모증)에서, SBMP, OCB**와** SS**의 치은측 레진 침투도가 교합측에 비하여 통계적으로 유의성 있게 높은 값을 나타냈다**($p < 0.05$, Fig 4).

· 2군(V형 와동 형성)에서, SBMP**와** OCB**의 치은측 레진 침투도가 교합측에 비하여 통계적으로 유의성 있게 높은 값을 나타냈다**($p < 0.05$, Fig 5).

Ⅳ. 총괄 및 고찰

이번 실험에서 in vitro 상에서 치경부 마모증의 존재에 따른 치경부 제 Ⅴ급 와동에서의 레진-상아질 사이의 경계면에서의 레진 침투도를 공초점레이저주사현미경으로 관찰하였다. 결합의 질은 계면의 질과 직접적으로 연관되며 상아질 결합에 대한 레진 tag와 혼성층의 형태와 역할은 사용한 상아질 접착제, 상아세관의 방향, 상아질 표면의 종류, 상아세관의 가지의 존재와 밀도, 다른 임상적 조건과 상아질의 깊이에 따라 다르며 이런 이유로 상아질에 대한 결합은 법랑질에 대한 것보다 훨씬 기술과 재료에 민감하고 복잡하다.

치은측 계면에서의 Syntac Sprint를 제외하고는 모두 치경부 마모증이 있는 1군의 짧거나 밀도가 낮은 레진 tag에 비해 와동을 형성해 준 2군에서 레진의 침투도가 높게 나타났으며, 이는 과거의 연구들에서 밝혀진 바와 같이 치경부 마모증에 의한 상아질의 석회화에 기인한다[6,7,10]. 치경부 마모증이나 침식증, 또는 치아우식증 등이 존재하는 경우에는 자극원이 존재하는 부위의 치수벽을 따라 상아세관 내에 불규칙한 이차 상아질이 형성되고 결정성 석회화 물질이 침착됨으로써 광물질의 상대적 함량이 높아지고 상아질 접착에 대한 반응성이 떨어지게 된다[10]. 치경부 마모증은 그 깊이 정도나 불투명성 여부, 변색 정도 등에 따라 임상적으로 다양한 상태를 나타낼 수 있으며 특히 과민성이 소실되고 변색된 치경부 마모증의 경우, 상아세관 입구의 단면 관찰 시 사각형의 결정체가 입구를 막고 있는 것이 발견되기도 하였다[7,10]. 상아세관이 열려있는 경우 산의 빠른 침투로 인해 관주상아질이 쉽게 탈회되며 상아세관이 평행하거나 석회화된 상아질의 경우엔 상아세관이 막히거나 관간상아질이 과광화되어 있기 때문에 상대적으로 탈회층이 얇게 나타난다.

혼성층 하방의 상아질 층에 레진 tag의 측지가 존재하는 것이 여러 저자에 의해 보고되었으며[11,12] Schupbach는 특히 공초점레이저주사현미경을 이용하여 3차원적으로 재구성하였다[6]. 이 연구에서도 공초점레이저주사현미경 관찰을 위해서 Rhodamine B를 primer에 혼합하여 관찰한 결과 Chappell의 연구에서와 같이[11]

Scotchbond Multi-Purpose에서 측지를 통하여 침투된 양상을 확인할 수 있었다 (Fig. 12). 이러한 레진 tag와 측지가 결합력에 미치는 영향에 관해서는 불명확하지만 레진-상아질 계면의 하방에서 서로 교통을 이루어 레진과 상아질의 결합력에 긍정적 영향을 미치는 것으로 여겨진다[6,11].

상아세관의 주행방향을 살펴보면, 치경부 마모증 존재 시에는 생성된 와동의 형태나 각도에 따라 다양한 양상을 보였으나 역시 대부분 과거의 연구들과 유사하게[6,7] 1, 2군 모두 보편적으로 치은측에서는 계면에 보다 수직적인, 교합측에서는 경사졌거나 평행한 방향의 레진 tag 형성이 관찰되었고 교합측보다는 치은측에서 깊은 레진 침투도를 보였다. 과거의 연구에 의하면[13] 레진 tag의 형성이 상아세관이나 측지로의 레진의 침투도를 반영하기 때문에 수복물의 유지력과 직접적 연관성이 있다고 볼 수 있다. 그러므로 이 연구 결과를 토대로 단순히 상아질만의 결합력을 비교한다면, 교합측에 비해 치은측이 더 높으리라고 예측할 수 있다. 그러나 교합측에는 변연부에 법랑질이 존재한다는 점에서, 주로 백악질이 존재하게 되는 치은측 변연과 비교될 수 있다. 최근 상아질에 대한 연구 성과와 그에 따른 상아질 접착제의 발달로 상아질에서의 결합력이 매우 증가했음에도 불구하고 아직은 보다 강한 결합력을 나타내는 법랑질에 미치지 못하고 있으며, 이와 같은 이유로, 이번 연구 결과를 토대로 치은측의 상아질 결합이 교합측 보다 우수함을 짐작할 수는 있으나, 교합측 변연의 법랑질 결합으로 인한 월등한 변연부 봉쇄효과에 비해 상대적으로 치은측의 변연부 봉쇄효과는 떨어진다고 보여진다. 제 V급 와동에 있어서 변연부 미세 누출을 평가한 많은 연구에서 교합측에서 보다 우수한 변연부 봉쇄효과를 보였으며, 이의 가능한 영향요인으로는 법랑질의 높은 결합력 외에도, 생체 내 환경에서 치은측 변연은 치은열구액의 오염 가능성 및 상아세관을 통한 치수강과의 직접적 교통으로 인한 상아세관액의 존재 즉 치수내압의 영향이 큰 변수로 작용할 수 있다.

이 실험은 생체상의 조건이 아니였으며 치수내압을 고려해주지 않았다는 한계점이 있으나, 최근 발거된 치아를 식염수에 보관하여 사용하였고 이때의 치수 상태는 국소마취제의 혈관수축제에 의해 치수액의 압력이 감소된 마취된 치아의 상태를 나타낸다고 볼 수 있다[9]. 이번 연구에서 Syntac Sprint의 침투도가 다른 재

료에 비하여 떨어지는 것으로 나타났다. Syntac Sprint는 다른 재료들과 달리 물과 아세톤을 모두 포함하는 상아질 접착강화제인데 아세톤은 수분에 친화성을 가지며 습윤한 상아질에 상아질 접착제가 깊고 완전하게 침투하도록 한다. 아세톤은 휘발성이 강하여 표면의 수분과 함께 증발하면서 레진 단량체를 교원질망의 미세다공성 구조 속으로 효과적으로 운반하고 탈회된 상아질의 교원질을 고정, 안정화시켜 교원섬유간 공간을 유지함으로써 레진의 침투를 돕는다. 아세톤을 용매로 하는 상아질 접착강화제는 상아질의 습윤 정도에 더 예민하게 반응하며 물을 따라가서 제거하는 역할을 하기 때문에, 상아질이 지나치게 건조된 경우 재료의 상아질 침투는 잘 이루어지지 않게 된다. 또한 물을 용매로 하는 상아질 접착제는 산부식후 건조된 상아질에 수분을 공급하여 교원질의 팽창을 유도하지만 priming 후 남은 수분은 광조사 전에 완전히 제거가 되지 않으면 레진 중합을 방해하거나 레진이 채워져야 할 공간을 점유하여 접착을 약화시킨다. Syntac Sprint의 경우는 wet bonding technique으로 습기가 존재하는 상태에서 접착제 자체의 습기가 더해져서 priming 후 남은 과량의 수분이 오히려 접착제를 희석시키고 레진이 채워질 공간을 차지하여 레진의 침투를 방해한 것으로 생각된다.

ONE COAT BOND는 다른 재료들에 비해 상대적으로 우수한 레진 침투도를 보였는데, 이러한 이유는 ONE COAT BOND를 20초간 상아질 표면에 마사지하면서 적용하게 한 도포 방법이 상아질 접착제를 와동저 부위의 상아세관 내로 잘 밀려들어가게 했을 것이라고 추측된다.

자가 산부식 primer의 산성은 도말층의 광물성 성분을 용해하고 하방의 상아질로 침투하도록 하는데 Yoshiyama 등은 자가 산부식 레진이 건전한 관간 상아질로 0.1-0.2㎛침투한다고 보고하였다[14]. 레진 침투에 있어서 중요한 변수는 탈회된 상아질 matrix의 침투도 즉, 교원질 섬유의 분리 유지와 공단량체 혼합물의 확산도이다. 자가 산부식 접착제의 phosphate 잔여물은 법랑질을 산부식 시키는 것으로 생각되며 분자의 methacrylate 성분이 결합제와 콤포지트 레진의 공중합에 이용된다. 이 과정에서 반응산물이나 잔여 phosphoric acid ester는 모두 결합층 안으로 중합되어 들어가기 때문에 씻어낼 필요가 없다[15].

실험에서 사용된 자가 산부식 접착제인 SE bond의 상아질에 대한 침투도가

떨어지는 이유는 primer를 공기 건조한 후 hydroxyapatite crystal로부터 용해된 칼슘과 인 이온이 primer의 물기 많은 용액에 부유되고 물이 공기건조로 증발되면 용해된 칼슘과 인 이온의 농도가 용액의 용해도를 넘어서게 되고 석출되어 법랑질 표면의 탈회와 상아질에 대한 침투도를 떨어뜨리게 된다. 또 칼슘 이온이 primer 분자의 나머지 인에 결합하여 분자의 산성을 불활성화시킨다. 부가적으로 primer와 결합제의 광중합 뿐만 아니라 공기 건조 동안의 물의 증발이 primer 분자의 자가 산부식 효과를 제한할 것이다. 그 외에도 상아질의 완충능과 결정이 더 이상 용해되는 것을 제한하는 높은 농도의 칼슘과 인의 이온 효과도 고려해야 한다[16,17].

실험과정에서 공초점레이저주사현미경 관찰을 위한 형광염료가 접착제에 혼합된 상태로 접착과정을 수행하였고, 발거된 치아 상에서 수행하였으므로 접착강화제 또는 접착제가 와동 내에 도포되는 양상을 확인하기가 용이하였으나, 실제 임상에서는 시야확보와 염료의 접착제에 대한 화학적 결합을 해야한다는 점에서 차이가 있음을 알아야 한다.

이 실험에서 사용한 공초점레이저주사현미경은 뇌조직에서 신경절의 통로를 결정하기 위해 Minsky가 첫 번째로 사용한 것으로[18,19] SEM, TEM 등과 같이 상아질 접착의 형태적 연구에 매우 유용한 방법으로 원리와 장점은 다음과 같다. 레이저선을 광원으로 이용하여 정교한 초점이 쉽게 형성되고 표본 내부로 투영되어 표본이 여러 개의 얇은 단면으로 주사되면 이 빛이 사진 증폭관에 분석되어 고감도의 수상기에서 상을 형성하고 초점 바깥의 상은 모두 제거되고 초점에 맞는 매우 얇은 층으로부터의 상만을 형성한다. 그리하여 해상력이 높은 상을 얻을 수 있고 광학적 절편을 이용하여 선명하고 입체적인 구조의 상을 얻을 수 있으며 SEM, TEM의 표본제작시 요구되는 탈수, 건조, 부식 등으로 인한 시편의 변형이 적어 치아와 수복물의 계면같은 약한 부위를 검사하는 데 유리하고 표본제작과정이 간단하며 원하는 접착제 성분의 분포를 형광 염료를 이용하여 치아와 수복물 내에서 그들의 이동을 추적할 수 있고 색의 대조가 뛰어나 최근 치의학 분야에서도 많이 이용되고 있다[18]. 이 연구에서 형광염료를 상아질 접착제에 단순히 혼합하였기 때문에 시편에 따라서는 상아세관 내에 레진 tag가 비정상적으로 길게 침

투한 듯한 양상들이 나타나거나 상아세관 내에 침투되었으나 형광발현이 미약한 부위도 있었으리라 생각된다.

이번 실험은 공초점레이저주사현미경을 통해 레진 tag의 형성 등을 관찰한 것이므로 각 재료의 특성이 실제 임상적 환경에서의 레진-상아질 계면의 결합력이나 투과전자현미경 등을 이용한 미세현미경적 연구에서의 혼성층의 형성 결과와 반드시 일치한다고 볼 수는 없다.

레진의 침투도와 레진 tag가 상아질 접착에 있어서 유일한 기전은 아니며 레진의 침투깊이보다는 레진 tag의 형태, 측지, 그리고 레진 침투층의 질이 임상적으로 더 중요하다.

상아질 접착제의 결합력과 봉합능력은 레진의 침투층과 관계가 없는 것으로 보이며 오히려 상아질의 위치와 질과 관련있다는 보고가 있다.[14,20] 레진 tag가 결합력에 어떤 영향을 미치는지는 명확하지 않지만 Gwinnett 등은 전체 전단 결합강도의 2/3가 관간 상아질에 대한 레진의 침투로 인한 것이며 나머지 1/3은 상아세관 tag의 분포로 인한 것이라고 하였으며 레진 침투에 의한 결합력의 반은 레진 tag, 나머지 반은 관간 상아질에서 형성된 혼성층에 의해 얻어진다고 하였다.[19] 레진 tag의 길이보다는 상아세관에 접착되어 밀폐시키는 능력이 더 중요하고 1-2㎛의 탈회 깊이로도 충분한 결합력을 얻을 수 있다고 하는 보고가 있었으며[22] resin tag가 전체 결합력에 차지하는 바가 매우 적다고 한 연구도 있었다. 레진의 침투깊이보다는 침투의 균일함, 넓은 접착 표면 등의 균일한 침투와 완전한 중합이 더 중요한 것으로 보인다.[23]

이상의 결과로 보아, 기존의 치경부 마모증이 존재하는 경우엔 비록 그 범위가 제한적이라고 할 지라도 반드시 표면의 과광화된 상아질을 와동 형성으로 일부 제거하고 난 후 상아질 접착을 시도하는 과정이 필요하리라고 사료된다. 제 5세대 상아질 접착제인 단일용기 상아질 접착제는 Scotchbond Multi-Purpose와 같은 다단계 상아질 접착제에서와 같이 상아질 접착강화제가 따로 독립적으로 분리되어 있지 않으나, 이번 연구 결과에서 볼 때 ONE COAT BOND의 레진 침투도는 과거부터 우수한 결과가 보고되어 온 Scotchbond Multi-Purpose에 견줄만한 우수한 결과를 보였다.

이번 실험에서 상아질 접착제의 Syntac Sprint와 SE Bond는 다른 두가지 재료에 비해 상아질에 대한 레진의 침투도가 떨어지는 것으로 나타났다. 하지만 술식의 간편성과 다른 실험에서 드러났듯이 결합강도의 뛰어남은 앞으로 많은 개발 가능성과 재료의 효용성을 보여주었다. 독립적인 친수성 primer의 사용이 좋은 레진 침투를 얻기위해 필수적인 과정이 아니며 단일용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제의 친수성 성분과 단량체의 확산능이 적절히 확보된다면[24] 보다 간편해진 술식을 통해서도 만족스러운 결과를 나타낼 수 있게 되므로, 이번 실험을 통해서도 단일용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제가 임상적으로 유용 가능성을 확인할 수 있었다. 이번 실험에서는 치은측의 상아질 내로의 레진 침투도가 교합측에 비해 우수한 결과를 나타냈으며 단일용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제의 임상적 유용성이 제시된 바, 향후 피착제인 상아질에 대한 진전된 연구 결과와 이에 따른 상아질 접착제의 개발을 통하여, 임상에서 주로 문제가 되고있는 치은측의 미세누출을 차차 극복할 수 있다고 보여진다. 이를 위해서는, 향후 생체 내에서 이러한 과정을 거친 치아의 상아질 결합강도를 공초점레이저주사현미경과 투과전자현미경 등을 이용한 미세형태학적 연구 결과 및 변연부 미세누출의 실험 결과와 상호 연관지어 평가하는 등의 연구가 필요하다고 사료된다.

Ⅴ. 결론

본 연구는 복합 레진의 치료에 있어 임상 술식을 간편화하기 위해 개발된 단일용기 상아질 접착제와 자가 산부식 접착제의 제 Ⅴ급 와동에 있어서의 레진-상아질 경계면을 공초점레이저주사현미경으로 관찰하여 형태학적인 평가를 하였다. 총 40개의 1달이내에 발거된 건전한 영구치를 두 개의 군으로 나누어 치경부 마모증과 쐐기모양 Ⅴ급 와동을 형성한 군을 비교하였다. 단일용기 상아질 접착제인 ONE COAT BOND(OCB)와 Syntac Sprint(SS), 자가 산부식 접착제인 SE BOND(SB), 그리고 대조군인 Scotchbond multi-purpose(SBMP)에 공초점레이저주사현미경의 관찰을 위한 형광염료를 혼합한 후 각 군에 처리하여 레진-상아질 계면을 얻어낸 후 시편을 제작하여 공초점레이저주사현미경으로 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다;

1. 상아세관이 레진-상아질 계면에 수직인 경우에는, 평행하거나 비스듬한 경우에 비해 깊은 레진 tag가 형성되는 양상이 관찰되었다.
2. 제 Ⅴ급 수복물에 있어서 치경부 마모증에 비하여 와동을 형성해 준 경우에, 그리고 교합측 변연에 비하여 치은측 변연에서 레진 tag의 침투도가 보다 높게 나타났다.
3. 단일 용기 상아질 접착제 중 OCB는 SBMP와 유사한 레진 침투도를 보였으나 SS와 자가 산부식 접착제인 SB는 그보다 떨어지는 결과를 보였다.

참고문헌

1. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion, Journal of Dentistry, 1997;25;355-72

2. Ferrari M. Mannocci F. Cagidiaco MC. Kugel G. Short-term assessment of leakage of Class V composite restorations placed in vivo. Clinical Oral Investigations. 1997;1(2):61-4.

3. Gwinett AJ, Jendersen MD. Micromorphological features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin. J Dent Res 1978;57:543-549

4. Mixon JM, Spencer P, Moore DL, Chappell RP, Adams S. Surface morphology and chemical characterization of abrasion/erosion lesions. Am J Dent 1995;8:5-9

5. Heymann HO, Bayne SC. Current concepts in dentin bonding; focusing on dentinal adhesion factors. J Am Den Assoc 1993:124:27-36.

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

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

8. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. Dental materials. 1996:236-244

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

10. Duke ES, Lindemuth JS. Variability of clinical dentin sustrates. Am J Dent 1991;4:241-246

11. Chappell RP. Cobb CM. Spencer P. Eick JD. Dentinal tubule anastomosis: a potential factor in adhesive bonding?. Journal of Prosthetic Dentistry. 1994;72(2):183-8

12. Ferrari M. Cagidiaco CM. Mason PN. Morphologic aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with five different dentin adhesive systems tested in vivo. Journal of Prosthetic Dentistry. 71(4):404-8, 1994 Apr.

13. Duke E. Clinical studies of adhesive systems Oper Dent 1992;Suppl 5:103-110

14. Yoshiyama M, Carvalho R, Sano H, Horner JA, Brewer PD & Pashley DH. Regional bond strengths of resins to human root dentine. Journal of Dentistry. 1996:435-442

15. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B. Self-etching primer vs phosphoric acid:An alternative concept for composite-to-enamel bonding. Operative dentistry. 1999:172-180

16. Hannig M, Reinhardt K-J, Bott B. Self-etching primer vs phosphoric acid : An alternative concept for composite to enamel bonding. Operative Dentistry. 1999:24:172-180

17. Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, Tagami J, Ciucchi B, Carvalho RM, Johnson MH , Pashley DH. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. Journal of Dental Research. 1996:75:1404-1413

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

19. Minsky M. Microscopy apparatus. United States Patent Office Filed. 1957. Nov. 7

20. Yoshiyama M, Carvalho R, Sano H, Horner JA, Brewer PD & Pashley DH. Interfacial morphology and strength of bonds made to superficial versus deep dentin. American Journal of Dentistry. 1995:297-302

21. Gwinnett AJ. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization

to dentin bonding. American Journal of Dentistry. 1993:6:7-9

22. Titley K, Chernecky R, chan A, Smith D. The compositon and ultrastructure of resin tags in etched dentin. American Journal of Dentistry. 1995:8:224-230

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

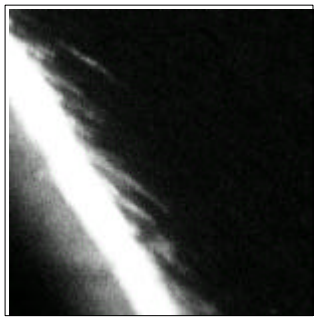
24. Prati C, Chersoni S, Moniorgi R, Pashley DH. Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. Operative Dentistry. 1998;23: 185-194

사진 부도 설명①

사진 부도 설명 ②

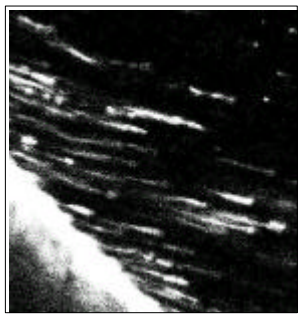
사진부도 ①

<Fig. 6.1>

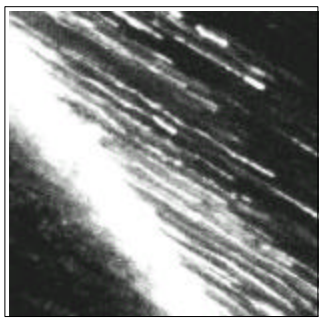


<Fig. 6.2>

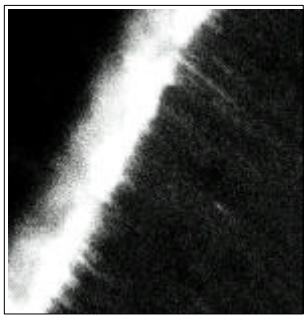
<Fig. 6.3>



<Fig. 6.4>

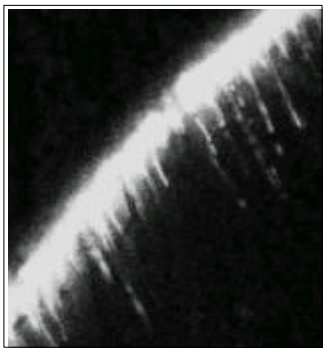


<Fig. 6.5>

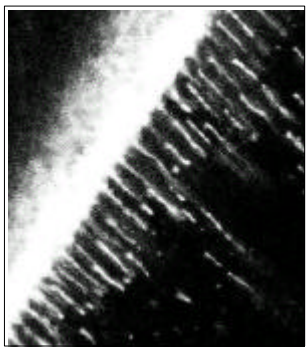


<Fig. 7.1>

<Fig. 7.2>

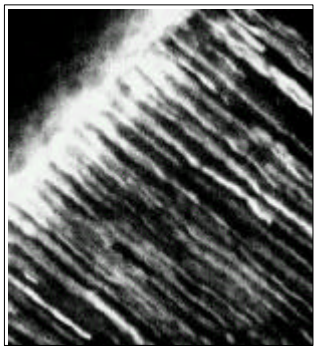


<Fig. 7.3>



<Fig. 7.4>

사진부도 ②

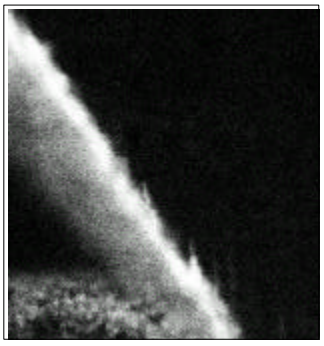


<Fig. 7.5>

<Fig. 8>

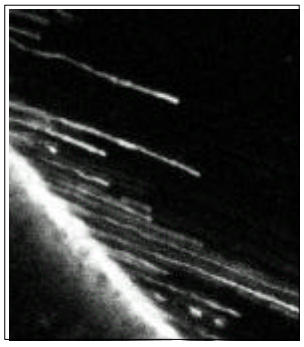
<Fig. 9.1>SBMP

<Fig. 9.2>OCB

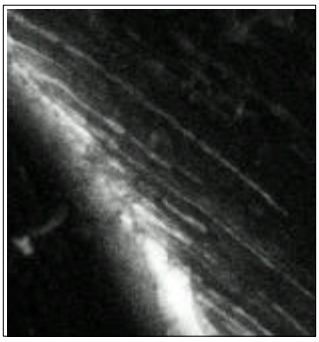


<Fig. 9.3>SS

<Fig. 9.4>SB



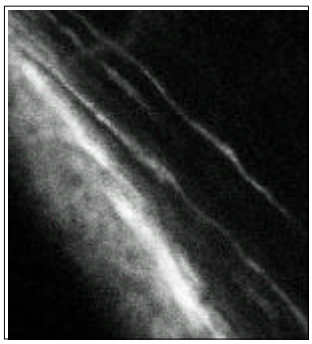
<Fig. 10.1>SBMP



<Fig. 10.2>OCB

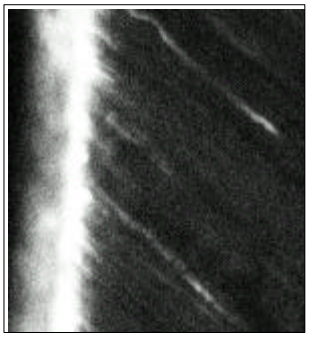
<Fig. 10.3>SS

사진부도 ③



<Fig. 10.4> SB

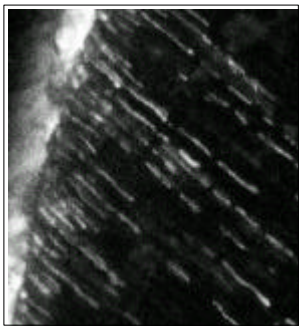
<Fig. 11.1> SBMP



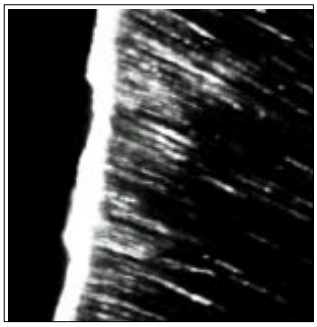
<Fig. 11.2> OCB

<Fig. 11.3> SS

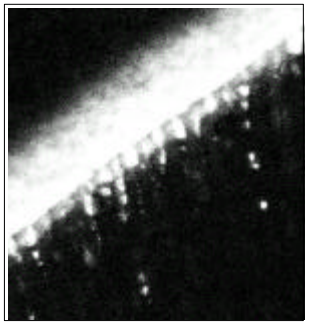
<Fig. 11.4> SB



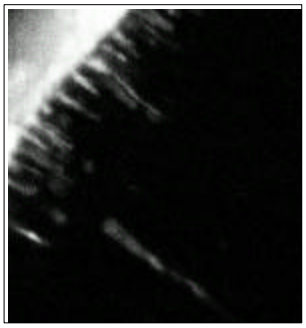
<Fig. 12.1> SBMP



<Fig. 12.2> OCB



<Fig. 12.3> SS



<Fig. 12.4> SB

Abstract

A confocal microscopic study on dentinal infiltration of one-bottle adhesive systems and self-etching priming system bonded to Class V cavities

Hyung Su Kim, D.D.S., M.S.D.

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

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

objective: The purpose of this study was to evaluate the resin infiltration into dentin of one-bottle adhesive systems and self-etching primer bonded to Class V cavities using confocal laser scanning microscope(CLSM).

Material and Methods: Forty Class V cavities were prepared from freshly extracted caries-free human teeth. These teeth were divided into two groups based on the presence of cervical abrasion: Group I, cervical abrasion ; Group II, wedge-shaped cavity preparation. Resin-dentin interfaces were produced with two one-bottle dentin bonding systems-ONE COAT BOND(OCB; Coltene ®) and Syntac®Sprint™(SS; VIVADENT)-, one self-etching priming system-CLEARFIL™ SE BOND(SB; KURARAY)- 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 Duncan's Multiple Range test revealed that the primer penetration of the group 2(wedge-shaped cavity preparation) was more effective than group 1(cervical abrasion) and that of the gingival interfaces was more effective than the occlusal interfaces. In the one-bottle dentin bonding systems, the resin penetration score of OCB was compatible to SBMP, but those of SS and self-etching priming system, SB were lower than SBMP.