creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000237746

2009년 2월
박사학위논문

자가부식 프라이머 접착제 적용시 상아질 계면의 형태학적 소견

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 종 욱

2009년 2월 박사학위논문 자가부식 프라이머 접착제 적용시 상아질 계면의 형태학적 소견 김 종 욱

자가부식 프라이머 접착제 적용시 상아질 계면의 형태학적 소견

Morphological findings of dentin interface applied self-etching primer adhesives

2009년 2월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 종 욱

자가부식 프라이머 접착제 적용시 상아질 계면의 형태학적 소견

지도교수 조 영 곤

이 논문을 치의학 박사학위 논문으로 제출함.

2008년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 종 욱

김종욱 박사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 윤 창 륙 인

위 원 전남대학교 교수 오 원 만 인

위 원 조선대학교 교수 김 흥 중 인

위 원 조선대학교 교수 안 종 모 인

위 원 조선대학교 교수 조 영 곤 인

2008년 12월 일

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT ····· v

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 실험재료 및 방법 ····· 3

Ⅲ. 실험결과 ····· 9

Ⅳ. 총괄 및 고찰 ····· 12

Ⅴ. 결론 ····· 16

참고문헌 ····· 17

사진부도 ····· 20

표 목 차

Table 1. Group classification by self-etching primer adhesive systems and composites ····· 3

Table 2. Composition and pH of self-etching primer adhesives ···· 4

Table 3. Shape, length, diameter, lateral branch of resin tag and thickness of hybrid layer in each group ····· 9

도 목 차

Figure 1. Micromorphology of resin tags in superficial dentin of Clearfil SE Bond (S-CL group, × 6,000) ····· 20

Figure 2. Micromorphology of resin tags in deep dentin of Clearfil SE Bond (D-CL group, × 6,000) ····· 20

Figure 3. Micromorphology of resin tags in superficial dentin of AdheSE (S-AD group, ×4,000) ····· 20

Figure 4. Micromorphology of resin tags in deep dentin of AdheSE (D-AD group, ×6,000) ····· 20

Figure 5. Micromorphology of resin tags in superficial dentin of UniFil Bond (S-UN group, × 6,000) ····· 20

Figure 6. Micromorphology of resin tags in deep dentin of UniFil Bond (D-UN group, × 6,000) ····· 20

Figure 7. Micromorphology of resin tags in superficial dentin of Tyrian SPE/One-Step Plus (S-TY group, × 6,000) ····· 21

Figure 8. Micromorphology of resin tags in deep dentin of Tyrian SPE/One-Step Plus (D-TY group, × 6,000) ····· 21

Figure 9. 1.2-1.5 ㎛ of hybrid layer(h) in superficial dentin of Clearfil SE Bond (S-CL group, × 400) ····· 21

Figure 10. 0.6-1.4 ㎛ of hybrid layer(h) in deep dentin of Clearfil SE Bond (D-CL group, × 400) ····· 21

Figure 11. 1.0-3.0 ㎛ of hybrid layer(h)in superficial dentin of AdheSE (S-AD group, × 400) ····· 21

Figure 12. 1.0-2.0 ㎛ of hybrid layer(h) in deep dentin of AdheSE (D-AD group, × 400) ····· 21

Figure 13. 0.6-1.3 ㎛ of hybrid layer(h)in superficial dentin of UniFil Bond (S-UN group, × 400) ····· 22

Figure 14. 1.0 ㎛ of hybrid layer(h) in deep dentin of UniFil Bond (D-UN group, × 400) ····· 22

Figure 15. 1.6-2.0 ㎛ of hybrid layer(h)in superficial dentin of Tyrian SPE/One-Step Plus (S-TY group, × 400) ····· 22

Figure 16. 1.0-1.3 ㎛ of hybrid layer(h) in deep dentin of Tyrian SPE/One- Step Plus (D-TY group, × 400) ····· 22

ABSTRACT

Morphological findings of dentin interface applied self-etching primer adhesives

Jong-Uk Kim, D.D.S., M.S.D.
Advisor : Young-Gon Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
Department of Dentistry, Graduate School,
Chosun University

The purpose of this study was to compare the morphological patterns and thickness of hybrid layer in superficial or deep dentin applied 4 self-etching primer adhesive systems using scanning electron microscope (SEM) and optical microscope.

32 human molars were used, divided into two groups of 16 and prepared for evaluation by SEM or optical microscope. Occlusal superficial or deep dentins of 16 were exposed. The specimens in each group were further divided into 8 subgroups of 2 specimens each to evaluate the 4 adhesive systems in superficial or deep interfacial dentin. The adhesive systems tested were Clearfil SE Bond, AdheSE, Unifil Bond, Tyrian SPE /Ond-Step Plus.

Shape, length, diameter and lateral branches of resin tags in each group were observed under SEM. The thickness of hybrid layer in each group was evaluated under optical microscope.

The results demonstrated morphological differences at the interface, depending on superficial or deep dentin and adhesive

systems. Shape of resin tags in superficial and deep dentin applied same adhesives was not different. Generally length and lateral branches of resin tags in superficial dentin were longer than in deep dentin, but the diameters of resin tags were thinner. The thickness of hybrid layer in superficial dentin was thicker than in deep dentin.

I. 서 론

치질의 삭제를 최소화하고 심미적인 수복을 이루기 위해 다양한 접착시스템과 함께 복합레진의 사용빈도가 더욱 증가하고 있다. 치질에 대한 복합레진의 긴밀한 접착은 수복물의 성패를 좌우하며, 이는 치질과 복합레진 사이에 사용되는 접착시스템에 의해 영향을 받게 된다. 3단계 접착시스템은 그동안 실험실적인 또는 임상적인 연구에서 우수한 결과를 나타내고 있지만[1], 최근 접착치과학에서의 경향은 임상술식을 단순화 시키는데 초점을 맞추고 있다. 이러한 목표를 위해 접착시스템의 적용시간을 단축시키거나 접착단계를 감소시키는 방법으로 자가부식 접착제 (self-etching adhesive)가 이용되고 있다. 이러한 접착제는 2단계 또는 1단계의 시술과정을 통하여 접착술을 시행하며, 이는 전부식 (total etching) 접착시스템에 비해 많은 장점을 가지고 있다.

2단계의 접착과정이 요구되는 자가부식 프라이머 접착시스템 (self-etching primer adhesive system)은 자가부식 프라이머에 의해 산부식과 프라이밍 기능을 동시에 수행한 후 접착레진 (adhesive resin)을 적용하는 방식을 활용한다[2,3]. 여기에 사용되는 프라이머는 인산 기나 메타아크릴 산 (methacrylate acid) 기와 같은 산성기를 포함하고 있어 도말층의 입자나 하방의 건전 상아질의 상부에 침투하여 상아질을 부식하면서 접착을 촉진하는 역할을 한다[4]. 따라서 이러한 시스템에 의해 형성된 접착층에는 도말층이 혼합되고, 상아질의 탈회와 단량체의 침투 깊이가 비슷하기 때문에 임상적으로는 술후 민감증의 가능성이 감소된다[5]. 또한 이 접착시스템은 산 부식과 세척 과정을 필요로 하지 않아 전부식 접착시스템에서 발생되는 술식에 대한 민감성을 감소시켰다. 한편 어떤 연구에서는 자가부식 프라이머 접착제에 포함된 10-MDP (methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate)와 4-MET (methacryloxyethyl trimellitic acid)와 같은 기능성 단량체는 수산화인회석의 칼슘성분과 화학적인 결합반응을 기대할 수 있다고 보고되었다[7].

주사전자현미경 방법을 이용한 여러 연구에서 자가부식 프라이머는 인산에 비해 높은 pH를 가지고 있으므로 전부식 접착제에 비해 얇은 혼화층이 형성된다고 보

고되고 있다[8]. 그러나 부식성이 강한 자가부식 프라이머는 미약한 부식성의 프라이머에 비해 두꺼운 혼화층을 형성하고, 미약한 부식성의 프라이머를 사용한 경우라도 능동적으로 적용 (active application) 하면 도말층이 완전히 제거되거나 용해되어 보다 두꺼운 혼화층이 관찰된다는 연구결과를 통하여[9,10] 자가부식 프라이머의 부식성과 적용방식은 혼화층의 두께에 영향을 미치게 된다.

법랑질에 비해 수분과 유기성분을 많이 함유하고 있는 상아질에 대한 접착제의 침투는 접착부위 즉, 표층과 심층 상아질 및 사용된 접착시스템의 종류에 따라 서로 다르게 나타날 수 있다. 따라서 상아질의 깊이에 따른 접착시스템의 접착에 관한 몇몇 연구가 진행되었다. Toledano 등[11]는 표층과 심층 상아질에 적용된 여러 접착시스템의 미세인장결합강도는 사용된 접착시스템과 접착방식에 따라 서로 다르게 나타났다고 하였고, 또한 조 등[12]은 상아질 깊이에 따른 자가부식 접착제의 미세인장결합강도를 비교한 결과 표층 상아질은 심층 상아질에 비해 높은 결합강도를 나타내었지만 사용된 접착제의 종류에 따라 통계학적인 차이가 다르게 나타났다고 보고하였다. Toba 등[13]은 Clearfil SE Bond는 표층 상아질보다 치수강 기저부에서 뚜렷이 낮은 결합강도를 나타내었지만 주사전자현미경 관찰에서 두 부위 모두에서 1 ㎛ 두께의 혼화층을 나타내었다고 하였다.

최근 임상에서 단순화된 2단계 자가부식 프라이머 접착시스템의 사용이 점차 증가하고 있다. 이러한 접착시스템을 이용한 경우 상아질 깊이에 따른 접착제의 침투에 관한 형태학적인 차이를 비교한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 표층과 심층 상아질에 적용된 4종의 자가부식 프라이머 접착제를 현미경적인 관찰을 통하여 이들 접착제에 의해 형성된 레진테그의 형태학적인 소견과 혼화층의 두께를 상호 비교하기 하기 위하여 시행하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

치관부에 우식증이나 수복물이 없는 최근에 발거된 상·하악 대구치 32개를 실험치아로 사용하였다. 실험재료는 4종류의 2단계 자가부식 프라이머 접착시스템(Clearfil SE Bond, AdheSE, Unifil Bond, Tyrian SPE/One-Step Plus)과 색조 A2의 복합레진(Clearfil AP-X, Tetric Ceram, Gradia direct P, Aelite LS Posterior)을 사용하였다 (Table 1, 2). 접착제와 복합레진의 중합을 위한 광조사기로는 Spectrum 800 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)을 사용하였고 500 mW/cm^{2}의 광 강도를 이용하였다.

Table 1. Group classification by self-etching primer adhesive systems and composites

Group	Adhesives	Composites	Manufacturers
S-CL, D-CL	Clearfil SE Bond	Clearfil AP-X	Kuraray Medical Inc., Kurashiki, Okayama, Japan
S-AD, D-AD	AdheSE	Tetric Ceram	Ivoclar vivadent AG, Schaan, Lichtenstein
S-UN, D-UN	Unifil Bond	Gradia direct P	GC Co., Itabashi-ku, Tokyo, Japan
S-TY, D-TY	Tyrian SPE /One-Step Plus	Aelite LS Posterior	Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A

S: Superficial, D: Deep

Table 2. Composition and pH of self-etching primer adhesives

Adhesives	Composition		pH of primer
	Primer	Bonding agent	
Clearfil SE Bond	10-MDP, HEMA, water, hydrophilic DMA, photoinitiator	10-MDP, Bis-GMA, HEMA, hydrophilic DMA, microfiller, photoinitiator	1.92
AdheSE	DMA, phophonic acid acrylate, initiator, stabilizers, water	HEMA, DMA, silicone dioxide, initiators	1.40
Unifil Bond	4-MET, HEMA, ethanol, water, initiator	UDMA, HEMA, TEGDMA	2.00
Tyrian SPE /One-Step Plus	2-Acrylamino-2-methyl propanesulfonic acid, Bis(2-methacryloyloxy)ethyl phophate, ethanol	BPDM, HEMA, acetone, glass frit, photoinitiator	0.40

10-MDP:10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate, HEMA: Hydroxyethyl-methacrylate, DMA:Dimethacrylate, Bis-GMA:Bisphenol-glycidyl methacrylate, 4-MET:4-Methacryloxyethyl trimellitic acid, UDMA:Urethane dimethacrylate, TEGDMA:Triethylene glycol dimethacrylate, BPDM; bisphenyl dimethacrylate

2. 실험방법

(1) 사용한 재료에 따른 군 분류

상·하악 대구치 32개의 치근을 경석고를 부은 C.B.C. 병 (Complete Blood Count bottle, Sewon Yanghang, Busan, Korea)에 수직으로 매몰하여 치관부만 노출되도록 하였다. 표층과 심층 상아질을 정확하게 절단하기 위하여 각 치아는 평행촬영법을 이용하여 표준 방사선 사진을 찍었다.

각 치아의 방사선 사진을 관찰하면서 주수 하에서 Isomet Low Speed Saw (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, U.S.A.)를 이용하여 각각 16개씩 표층 상아

질과 심층 상아질을 노출하였다. 표층 상아질은 교합면의 중심구에서 상아법랑경계 직 하방 부위를, 심층 상아질은 교합면 중심구에서 치수 측으로 3 mm되는 부위를 교합면과 평행하게 절단하여 노출하였다. 노출된 각 상아질의 표면은 입체현미경 (Olympus LG-PS2, Tokto, Japan)을 이용하여 잔존 법랑질이나 치수노출의 유무를 확인하였다.

주수 하에서 600 grit SiC paper를 이용하여 각 상아질의 표면을 연마하였다. 표층 상아질이 노출된 16개의 치아는 다시 4개씩 배정하여 사용된 2단계 자가부식 프라이머 접착제의 종류에 따라 S-CL 군, S-AD군, S-UN 군 및 S-TY 군으로 분류하였고, 또한 심층 상아질이 노출된 16개의 치아도 같은 방식에 의해 D-CL 군, D-AD군, D-UN 군 및 S-TY 군으로 분류하였다 (Table 1).

(2) 주사전자현미경관찰을 위한 시편제작

각 군당 2개씩 총 16개의 치아를 선택하여 다음과 같이 제조사의 지시에 따라 상아질 표면에 접착제와 복합레진을 접착하였다.

1) S-CL 군 및 D-CL 군

Clearfil SE Primer를 공급된 솔에 적셔 상아질 표면에 적용하고 20초간 기다린 다음, air 시린지로 Primer를 건조하였다. 새로운 솔에 Clearfil SE Bond를 적셔 Primer가 적용된 상아질 표면에 적용하였다. Air-syringe로 Clearfil SE Bond를 가볍게 불어 상아질 표면에 충분히 퍼지도록 한 다음, Spectrum 800 광조사기로 10초간 광조사하였다.

접착제가 적용된 상아질 표면에 Clearfil AP-X를 2 mm 두께로 축조한 후 광조사기로 20초간 광조사하였다.

2) S-AD 군 및 D-AD 군

AdheSE의 Primer를 용기에 1방울 분배하고 솔에 적셔 상아질 표면에 15초간 적용하고, 부가적으로 15초간 문지르면서 Primer를 적용한 후 air-syringe로 강

하게 건조하였다. AdheSE Bond를 용기에 1방울 분배하여 솔에 적신 후, AdheSE Primer가 적용된 상아질 표면에 AdheSE Bond를 적용하였다. Air-syringe로 AdheSE Bond를 가볍게 불어 얇게 퍼지도록 하고 Spectrum 800 광조사기로 10초간 광조사하였다.

접착제가 적용된 상아질 표면에 Tetric Ceram을 2 mm 두께로 축조한 후 광조사기로 20초간 광조사하였다.

3) S-UN 군 및 D-UN 군

Unifil Bond Self-Etching Primer를 용기에 1방울 분배하고 공급된 솔에 적셔 상아질 표면에 적용하고 20초간 기다린 다음, air-syringe로 가볍게 건조하였다. UniFil Bond Bonding Agent를 용기에 1방울 분배하여 솔에 적셔 Primer가 적용된 상아질 표면에 즉시 적용하였다. Air-syringe로 UniFil Bond Bonding Agent를 가볍게 불어 얇게 퍼지도록 하고 Spectrum 800 광조사기로 10초간 광조사하였다.

접착제가 적용된 상아질 표면에 Gradia direct P를 2 mm 두께로 축조한 후 광조사기로 20초간 광조사하였다.

4) S-TY 군 및 D-TY 군

제조사의 설명서에 따라 Tyrian SPE part A와 part B 용액을 용기에 1방울씩 분배하고 혼합하였다. 상아질 표면을 최소 5초간 건조한 후, 혼합한 용액을 스펀지 (foam pellet)에 적셔 상아질 표면에 문지르면서 20초 동안 2회 적용하고, 과도한 용액은 스펀지로 가볍게 흡수하였다. One-Step Plus 병을 3-5초간 흔들어 용기에 용액을 분배한 후, Tyrian SPE가 적용된 상아질 표면에 One-Step Plus 접착제를 10-15초간 가볍게 문지르면서 충분히 적용하였다. air- syringe로 가볍게 건조하고 상아질 표면에 광택이 있는 가를 확인한 후 Spectrum 800 광조사기로 10초간 광조사하였다. 접착제가 적용된 상아질 표면에 Aelite LS를 2 mm 두께로 축조한 후 광조사기로 20초간 광조사하였다.

각 군의 치아는 실온의 증류수에 24시간동안 보관한 후 C.B.C 병의 상방에 있는 치관부를 절단하였다. Acrylate 접착제 (ALTECO Korea Inc., Pyungtaek-City, Korea)와 레진블록을 이용하여 시편을 접착하고, diamond wheel saw를 이용하여 시편을 근, 원심 방향으로 절단하여 상아질과 복합레진이 포함된 2 mm 두께의 절편을 5개씩 제작하였다.

각 시편의 표면은 600 grit SiC paper로 연마하고 초음파 세척기(JAC-Ultrasonic 1505, Kodo Technical Research Co., LTD, Whasung, Korea)에서 세척하였다. 6N HCL에서 각 시편을 5분간 탈회하고 5분간 물로 세척한 다음, 2.5% 차아염소산 나트륨용액에서 15분간 탈단백 하였다.

각 시편은 stub에 부착하여 12 KV 전압 하에서 1분 동안 백금을 700Å 두께로 도금하였다. FE-SEM (S-4800: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 각 군의 상아질과 복합레진 계면에 있는 레진테그의 모양, 직경, 길이, 측지 등을 고배율 (× 4,000, × 6,000)로 관찰하였다.

(3) 광학현미경관찰을 위한 시편제작

각 군당 2개씩 총 16개의 치아를 선택하여 상기와 동일한 방법을 이용하여 각 군의 상아질 표면에 접착제만 적용한 후 광조사하였다. 각 군의 치아는 실온의 증류수에 24시간동안 보관한 후 C.B.C 병의 상방에 있는 치관부를 0.5 mm 두께로 절단하였다.

각 군의 시편은 4℃에서 4% paraformaldehyde용액에 1일간 고정하였다. Phosphate buffer saline (pH7.4) 용액에서 1일간 수세한 후, 5% trichloracetic acid 용액에서 4일 동안 탈회하였다. 수세 후 탈수를 위하여 알코올을 각 단계별로 2시간씩 처리하였으며, toluene에서 30초간 투명화 과정을 거친 후 파라핀을 침투시켜 포매 하였다.

각 군의 시편을 6 ㎛의 두께로 절편으로 절단한 후, ethoxysilane (Sigma, U.S.A.)으로 코팅된 슬라이드에 올려 슬라이드를 제작하였다.

각 절편의 탈 파라핀과 함수 과정을 거친 후, 1% toluidine blue 염색 용액에

3분간 염색하였다. 수세 후 90% alcohol로 5초간 탈색시킨 후 봉입하여 광학현미경 (Carl Zeiss Microimaging GmbH, Zeiss, Germany)을 이용하여 400배에서 접착제와 상아질 계면의 혼화층 두께를 관찰하였다.

Ⅲ. 실험결과

주사전자현미경하에서 관찰된 표층 및 심층 상아질에 침투한 각 군의 레진테그 모양, 길이, 직경, 측지 및 광학현미경하에서 관찰된 각 군의 혼화층의 두께는 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Shape, length, diameter, lateral branch of resin tag and thickness of hybrid layer in each group

Group	Resin tags (㎛)					Hybrid layer (㎛)
	Shape	Length	Diameter		lateral branch	Thickness
			Base	End		
S-CL	funnel	6.0-11.7	2.0	0.7	0.2-0.3	1.2-1.5
D-CL	funnel	5.0-10.7	1.7	0.7	not found	0.6-1.4
S-AD	long funnel	23.5-123	2.0	0.9	0.6-0.8	1.0-3.0
D-AD	short funnel	3.9-7.9	2.3	1.1	not found	1.0-2.0
S-UN	long funnel	12.7-44	2.3	0.8	2.3-4.5	0.6-1.3
D-UN	long funnel	6.7-15.7	3.5	1.4	2.1-3.2	1.0
S-TY	rod	6.9-10.7	0.7	0.6	3.0-4.5	1.6-2.0
D-TY	rod	3.9-11.7	1.4	1.3	0.7-2.1	1.0-1.3

1) S-CL 군 및 D-CL 군

S-CL 군 및 D-CL 군에서 레진테그는 모두 깔대기 모양으로 관찰되었다. 레진테그의 길이는 S-CL 군에서 6.0-11.7 ㎛, D-CL 군에서 5.0-10.7 ㎛ 정도로 나타났고, 레진테그의 직경은 S-CL 군의 기저부에서는 2.0 ㎛ 끝부분에서는 0.7 ㎛를, D-CL 군의 기저부에서는 1.7 ㎛ 끝부분에서는 0.7 ㎛를 나타내어 S-CL 군 및 D-CL 군 모두에서 레진테그의 길이와 직경은 비슷하게 관찰되었다. S-CL 군은 레진테그에서 측방으로 나가는 0.2-0.3 ㎛의 짧은 측지가 소수 관찰되었지만, D-CL 군에서 측지는 관찰되지 않았다 (Figures 1, 2).

혼화층의 두께는 S-CL 군에서 1.2-1.5 ㎛, D-CL 군에서 0.6-1.4 ㎛로 관찰되어 심층 상아질에서 보다 표층 상아질에서 두껍게 관찰되었다 (Figures 9, 10).

2) S-AD 군 및 D-AD 군

레진테그는 S-AD 군에서 긴 깔대기 모양으로 관찰되었고, D-AD 군에서는 짧은 깔대기 모양으로 관찰되었다. 레진테그의 길이는 S-AD 군에서 23.5-123 ㎛를 나타내어 3.9-7.9 ㎛를 나타낸 D-AD 군보다 훨씬 길게 나타났다. 레진테그의 직경은 S-AD 군의 기저부에서는 2.0 ㎛ 끝부분에서는 0.9 ㎛를, D-AD 군의 기저부에서는 2.3 ㎛ 끝부분에서는 1.1 ㎛를 나타내어 심층 상아질에서 보다 표층 상아질에서 더 얇게 관찰되었다. S-AD 군은 레진테그에서 측방으로 나가는 0.6-0.8 ㎛의 짧은 측지가 소수로 나타났지만, D-AD 군에서 측지는 관찰되지 않았다 (Figures 3, 4).

혼화층의 두께는 S-AD 군에서 1.0-3.0 ㎛ (Figure 11), D-AD 군에서 1.0-2.0 ㎛로 관찰되었다 (Figure 12).

3) S-UN 군 및 D-UN 군

레진테그는 S-UN 군과 D-UN 군 모두에서 긴 깔대기 모양으로 관찰되었다. 레진테그의 길이는 S-UN 군에서 12.7-44 ㎛를 나타내어 6.7-15.7 ㎛를 나타낸 D-UN 군보다 훨씬 길게 나타났다. 레진테그의 직경은 S-UN 군의 기저부에서는 2.3 ㎛ 끝부분에서는 0.8 ㎛를, D-UN 군의 기저부에서는 3.5 ㎛ 끝부분에서는 1.4 ㎛를 나타내었다. S-UN 군은 레진테그에서 측방으로 나가는 2.3-4.5 ㎛의 측지가 다수 관찰되었고 (Figure 5), D-UN 군에서도 2.1-3.2 ㎛의 측지가 다수 관찰되었다 (Figure 6).

혼화층의 두께는 S-UN 군에서 0.6-1.3 ㎛ (Figure 13), D-UN 군에서 1.0 ㎛로 관찰되었다 (Figure 14).

4) S-TY 군 및 D-TY 군

레진테그는 S-TY 군과 D-TY 군 모두에서 막대기 모양으로 관찰되었다. 레진테그의 길이는 S-TY 군에서 6.9-10.7 ㎛를, D-TY 군에서는 3.9-11.7 ㎛를 나타내었다. 레진테그의 직경은 S-TY 군의 기저부에서는 0.7 ㎛ 끝부분에서는 0.6 ㎛를, D-TY 군의 기저부에서는 1.4 ㎛ 끝부분에서는 1.3 ㎛를 나타내었다. S-TY 군은 레진테그에서 측방으로 나가는 3.0-4.5 ㎛의 측지와 D-TY 군에서는 0.7-2.1 ㎛의 측지가 소수 관찰되었다 (Figures 7, 8).

혼화층의 두께는 S-TY 군에서 1.6-2.0 ㎛ (Figure 15), D-TY 군에서 1.0-1.3 ㎛로 관찰되었다 (Figure 16).

Ⅳ. 총괄 및 고찰

자가부식 프라이머 접착시스템의 사용은 접착술식을 단순화하였다. 이러한 시스템은 부식과 접착촉진의 기능을 혼합한 프라이머와 접착제를 적용하는 2단계를 통해 접착술식을 완성하며, 세척과정을 필요로 하지 않는다. 이 시스템의 사용배경은 치질과 접착제 간에 연속체를 형성하는 것이며, 이는 탈회와 침투가 동시에 일어남으로써 이루어 진다[14].

광학현미경에 비해 고 배율을 이용하는 주사전자현미경에서는 레진테그의 구조를 훨씬 잘 관찰할 수 있지만, 주사전자현미경 하에서는 자가부식 프라이머 접착제로 처리된 상아질에 형성된 혼화층에 프라이머의 산에 의해서 유리된 이온들과 중합된 프라이머 및 접착레진이 함께 남아있어 혼화층을 명확하게 구별하기 힘들다[15]. 반면에 광학현미경에서는 시편에 색소를 침투시킴으로써 주사전자현미경에서보다 혼화층을 쉽게 관찰할 수 있다[16]. 이러한 특성을 감안하여 본 연구에서는 자가부식 프라이머 접착제로 접착시킨 상아질과 복합레진 계면의 형태학적인 차이를 주사전자현미경과 광학현미경적인 방법을 이용하여 관찰하였다.

접착제의 상아질에 대한 접착은 사용된 접착제와 복합레진, 삭제된 상아질의 위치, 상아세관의 방향 등과 같은 여러 요인에 의해 영향을 받게 된다[17]. 접착시스템과 상아질 계면에 대한 형태학적인 관찰을 위해서는 대부분 교합면의 상아질을 평편하게 삭제하여 접착제를 적용하고 복합레진을 축조하는 방식을 사용한다. 이러한 방법은 상아질의 깊이와 상아세관의 방향을 비교적 규격화할 수 있다[12]. 따라서 본 연구에서는 표층과 심층 상아질을 정확하게 노출시키기 위해 경석고에 매몰된 각각의 치아를 평행촬영법으로 방사선 사진을 촬영하여 이를 참고로 하여 교합면을 평편하게 삭제하는 방법을 사용하였다. 표층 상아질은 교합면의 중심구에서 상아법랑경계 직하방 부위를, 심층 상아질은 교합면 중심구에서 치수측으로 3 mm되는 부위를 교합면과 평행하게 절단하여 노출하였다.

본 연구에서 주사전자현미경 관찰을 위해 염산으로 탈회하고 차아염소산 나트륨으로 탈단백한 시편은 레진테그의 형태학적인 차이를 비교하는데 아주 유용하였다.

본 연구에서 레진테그의 길이는 표층 상아질에서 S-AD 군이 23.5-123 ㎛, 심층 상아질에서 D-UN 군이 6.7-15.7 ㎛로 다른 군에 비해 길게 관찰되어 접착레진이 상아세관내로 깊이 침투되었음을 알 수 있었다 (Figures 3, 6). 또한 레진테그의 길이는 각 군 모두에서 표층 상아질보다 심층 상아질에서 짧게 관찰되었으며, 특히 AdheSE와 Unifil Bond를 사용한 군에서 이러한 현상이 두드러지게 나타났다 (Figures 3-6). 한편 Clearfil SE Bond를 사용한 군과 Tyrian SPE/One-Step Plus를 사용한 군에서 표층과 심층 상아질에서 각각 비슷한 길이의 레진테그가 관찰되었다 (Table 3)(Figures 1,2,7,8).

조 등[18]은 주사전자현미경적인 연구에서 심층 상아질에 적용한 Clearfil SE Bond와 UniFil Bond의 레진테그의 길이는 각각 5-13 ㎛와 3-12 ㎛로 나타났다고 보고하여 본 연구의 D-CL 군에서 레진테그의 길이가 5.0-10.7 ㎛, D-UN 군에서 레진테그의 길이가 6.7- 15.7 ㎛로 나타난 결과와 유사하게 나타났다 (Table 3)(Figures 2, 6).

접착제에 포함된 성분과 산성의 농도 및 레진 단량체로 인하여 자가부식 접착제는 다양한 산도를 갖게 된다[19]. 물은 도말층과 경조직의 탈회에 필요한 수소이온을 제공하므로 접착제의 성분에 필수적으로 포함되어 있다[5]. 산성의 레진 단량체인 프라이머는 부식제와 접착제의 침투를 촉진하는데 이용되며, 이는 탈회된 상아질에 접착레진이 불완전하게 침투되는 것을 감소시킨다[5]. 자가부식 프라이머에 의한 치질의 탈회깊이는 프라이머에 포함된 산의 종류와 농도에 의해 영향을 받게 된다. 자가부식 프라이머는 산성 레진단량체의 해리(pKa)지수와 농도에 의해 pH 1 이하를 강한 부식성의 프라이머, pH 1.5를 중간 부식성의 프라이머, pH 2를 미약한 부식성의 프라이머로 분류하고 있다[19]. 본 연구에서 레진테그의 모양은 표층과 심층 상아질에서 S-TY 군과 D-TY 군은 막대기 모양으로 관찰되었고 (Figures 7, 8), 다른 군 모두는 깔대기 모양을 나타내었다. 본 연구에서 레진테그의 모양을 평가하여 볼 때 S-TY 군과 D-TY 군에 비해 다른 모든 군이 관주 상아질을 더 많이 탈회시킨 것을 알 수 있었다. Greoire와 Millas[15]는 주사전자현미경을 이용한 자가부식 접착제의 형태학적인 연구에서 심층 상아질에 대한

Clearfil SE Bond와 AdheSE의 레진테그 모양은 두 접착제 모두에서 깔때기 모양을 나타내었다고 보고하여 본 연구의 D-CL 군과 D-AD 군의 레진테그의 모양과 일치하였으며, 심층 상아질에 침투된 UniFil Bond의 레진테그가 긴 깔때기 모양으로 관찰되었다고 보고 한 조 등[18]의 연구와 본 연구의 D-UN 군의 레진테그 모양과 일치하였다.

Radovic 등[16]은 상아질에 대한 탈회정도는 자가부식 프라이머와 접착제의 산도에 대부분 의존된다고 하였다. 본 연구에서 사용된 Clearfil SE Bond와 UniFil Bond의 프라이머의 pH는 각각 1.92와 2.00로 미약한 부식성의 프라이머에 해당되며, AdheSE의 프라이머의 pH는 1.40로 중간 부식성의 프라이머에 해당되며, Tyrian SPE의 프라이머의 pH는 강한 부식성의 프라이머에 해당된다 (Table 2). 이러한 이유로 본 연구에서 TY 군이 다른 군에 비해 관간 상아질을 더 많이 탈회하여 깔때기 모양의 레진테그가 관찰될 것으로 예상하였지만 막대기 모양의 레진테그가 관찰되었고 오히려 pH가 낮은 다른 군에서 깔대기 모양의 레진테그가 관찰되었다. 따라서 프라이머가 갖는 pH 하나 만으로는 관간 상아질의 용해를 설명할 수 없었다. 상아질에 대한 탈회능력은 프라이머의 pH 뿐만 아니라, 해리지수, 조직의 구조, 형성된 염의 용해도 및 접착제의 적용시간 등이 영향을 주는 것 같다[15].

본 연구에서 레진테그의 직경은 S-CL 군과 D-CL 군을 제외하고 (Figures 1, 2) 다른 모든 군에서 표층 상아질에서 보다 심층 상아질에서 더 굵게 관찰되었다 . 이러한 이유는 심층 상아질의 상아세관의 직경이 표층 상아질에서 보다 더 크기 때문으로 생각된다. 본 연구에서 레진테그의 측지는 표층 상아질보다 심층 상아질에서 짧게 관찰되었으며, 특히 D-CL 군과 D-AD 군에서는 측지가 관찰되지 않았다 (Figures 2, 4). 레진테그와 측지의 역할은 아직도 분명하지 않지만 이들은 상아질과 레진 접착에 긍정적인 역할을 하는 것으로 예상하고 있다[20,21]

자가부식 프라이머 접착시스템에 의해 형성된 혼화층은 칼슘염 인산염, 콜라겐, 물, 접착레진으로 구성되어 있으며[15]. 이러한 혼화층은 전부식 접착시스템에 의한 혼화층에 비해 얇게 관찰되고 있다. 조 등[22]의 주사전자현미경적인 연구에서 표층 상아질에 적용한 Tyrian SPE/One-Step Plus의 혼화층의 두께는 1.5 ㎛로 나

타났으며, Greoire와 Millas[15]는 광학현미경하에서 심층 상아질에 적용한 Clearfil SE Bond는 연속적인 혼화층을 형성하였고, AdheSE에서의 혼화층은 규칙적으로 관찰되었다고 하였다. 본 연구에서 광학현미경하에서 혼화층의 두께는 표층 상아질에서 S-TY 군이 1.6-2.0 ㎛로 다른 군에 비해 가장 두껍게 나타났다 (Figure 15). 이러한 이유는 S-TY 군의 프라이머의 pH가 다른 군에 비해 낮기 때문으로 생각된다. 또한 본 연구에서 혼화층의 두께는 표층 상아질에 접착제를 적용한 군들에 비해 심층 상아질에 접착제를 적용한 군들 모두에서 더 얇게 관찰되었다. 상아질과 접착제의 계면에 형성된 혼화층의 두께는 접착제에 포함된 산의 종류와 프라이머의 pH 및 화학적인 성분의 차이에 의해 영향을 받을 것으로 생각된다.

임상적인 견지에서 긴 레진테그와 두꺼운 혼화층을 나타내는 접착시스템이 짧은 레진테그와 얇은 혼화층을 나타내는 접착시스템보다 반드시 우수한 결합력을 나타내지는 않는다. 비록 짧은 레진테그와 얇은 혼화층을 갖는 접착시스템이라도 우수한 임상적인 결과를 나타낸다고 보고되고 있다[23]. 본 연구는 단지 표층과 심층 상아질에 적용한 4종의 자가부식 프라이머 접착제의 형태학적인 소견과 혼화층의 두께를 관찰하여 비교하였다. 향후 접착시스템에 의해 형성된 레진테그의 형태와 혼화층이 상아질의 결합력에 미치는 영향에 대하여 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

이 연구를 종합하면, 상아질에 적용된 자가부식 프라이머 접착제의 형태학적인 소견은 접착제의 종류와 상아질의 위치 즉, 표층과 심층 상아질에 따라 다르게 나타났다.

V. 결 론

본 연구는 표층 및 심층 상아질에 적용한 4종의 자가부식 프라이머 접착제의 레진태그의 형태학적인 소견과 혼화층의 두께를 평가하기 위하여 시행하였다.

발거된 대구치의 표층 (S : superficial)과 심층 (D : deep) 상아질을 각각 16개씩 노출한 후 사용된 접착제에 따라 S-CL 군과 D-CL 군: Clearfil SE Bond를 사용한 군, S-AD 군과 D-AD 군 : AdheSE를 사용한 군, S-UN 군과 D-UN 군 : Unifil Bond를 사용한 군, S-TY 군과 D-TY 군 : Tyrian SPE와 One-Step Plus를 사용한 군으로 분류하였다.

각 군에 절단된 시편을 2개씩 배정하고 제조사의 설명에 따라 상아질 표면에 접착제를 적용하였다. 주사전자현미경 관찰을 위한 시편을 제작하기 위해 각 군에 사용한 접착제와 동일회사의 복합레진을 2 mm 두께로 축조하였고, 광학현미경 관찰을 위해서는 접착제가 적용된 상태로 시편을 제작하였다.

주사전자현미경하에서 표층과 심층 상아질에 동일한 접착제를 적용한 군을 상호 비교한 결과 전반적으로 레진테그의 모양은 심층 상아질과 표층 상아질에서 큰 차이를 보이지 않았고, 레진테그의 길이와 측지는 심층 상아질에서 보다 표층 상아질에서 길게 나타났으며, 레진테그의 직경은 표층 상아질에서 더욱 얇게 관찰되었다.

광학현미경하에서 혼화층의 두께는 심층 상아질보다 표층 상아질에서 더 두껍게 관찰되었다.

참고문헌

1. Sensi LG, Lopes GC, Monteiro Jr S, Baratieri LN, Vieira LCC. Dentin bond strength of self-etching primers/adhesives. *Oper Dent* 30:63-68, 2005.
2. Vargas M, Cobb D, Denchy G. Interfacial micromorphology and shear bond strength of single-bottle primer/adhesives. *Dental Mater* 13:316-324, 1997.
3. Kiremitci A, Yalcin F, Gokalp S. Bonding to enamel and dentin using self-etching adhesive systems, *Quintessense Int* 35:367-370, 2004.
4. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B. Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent* 24:172-180, 1999.
5. Pashley DH, Carvalho RM. Dentin permeability and dentin adhesion. *J Dent* 25:355-372, 1997.
6. Tay FR, Gwinnet JA, Wei SH. Micromorphological spectrum from overwetting acid-conditioned dentin in water free, aceton-based, single-bottle primer/adhesives. *Dental Mater* 12:236-244, 1996.
7. 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* 83:454-458, 2004.
8. Frankenberger R, Perdigao J, Rosa BT, Lopes M. 'No bottle' vs 'multi-bottle' dentin adhesives-amicrotensile bond strength and morphological study. *Dental Mater* 17:373-380, 2000.
9. Loguercio AD, Reis A, Bortoli G, Patzlaft R, Kenshima S, Rodrigues

Filho LE, Accorinte MLR, van Dijken JWV. Influence of adhesive systems on interfacial dentin gap formation in vitro. *Oper Dent* 31:431-441, 2006.

10. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent* 16:340-346, 2003.
11. Toledano M, Osorio R, Ceballos L, Fuentes MV, Fernandes CAD, Tay FR, Carvalho RM. Microtensile bond strength of several adhesive systems to different dentin depths. *Am J Dent* 16:292-298, 2003.
12. 조영곤·진철희·민정범. 상아질의 깊이에 따른 단일 단계 접착제의 결합강도 비교. *대한치과보존학회지* 30: 319-326, 2005.
13. Toba S, Veerapravati W, Shimada Y, Nikaido T, Tagami J. Micro-shear bond strengths od adhesive resins to coronal dentin versus the floor of the pulp chamber. *Am J Dent* 16:51A-56A, 2003.
14. Rosa BT, Perdigao J. Bond strengths of nonrinsing adhesives. *Quintessense Int* 31:353-358, 2000.
15. Gregoire G, Millas A. Microscopic evaluation of dentin interface obtained with 10 contemporary self-etching systems: correlation with their pH. *Oper Dent* 30:481-491, 2005.
16. Radovic I, Vulicevic ZR, Garcia-Gody F. Morphological evaluation of 2- and 1-step self-etching system interfaces with dentin. *Oper Dent* 31:710-718, 2006.
17. Ogata M, Okuda M, Nakajima M, Perria PNR, Sano H, Tagami J. Influence of the direction of tubules on bond strength to dentin. *Oper Dent* 26: 27-35, 2001.
18. 조영곤·이석종·정진호·이영곤·김수미. 치질에 접착된 자가 산부식 프라이머와 자가 산부식 접착제의 형태학적인 양상. *대한치과보존학회지* 28:23-33,

2003.

19. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dental Mater* 17:296-308, 2001.

20. Mjor IA, Nordhal I. The density and branching of dentin tubules in human teeth. *J Dent Res* 75:346(Abst 2628), 1996.

21. Ferrarri M, Mason PN, Vichi A, Davidson CL. Role of hybridization on leakage and bond strength. *Am J Dent* 13:329-336, 2000.

22. 조영곤·노기선·김수미·이영곤·정진호·기영재. 상아질에 대한 자가 산부식 접착제의 전단결합강도와 SEM 분석비교. *대한치보존학회지* 28:222-231, 2003.

23. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials* 24:3795-3803, 2003.

사진부도

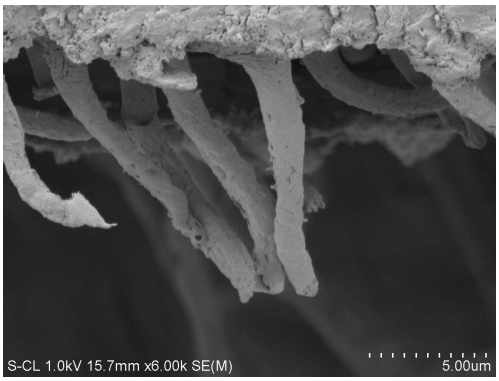

Figure 1. Micromorphology of resin tags in superficial dentin of Clearfil SE Bond (S-CL group, × 6,000).

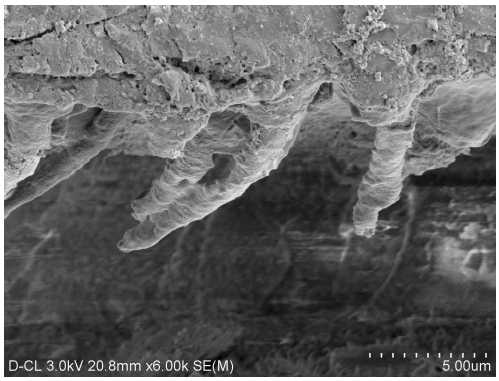

Figure 2. Micromorphology of resin tags in deep dentin of Clearfil SE Bond (D-CL group, × 6,000).

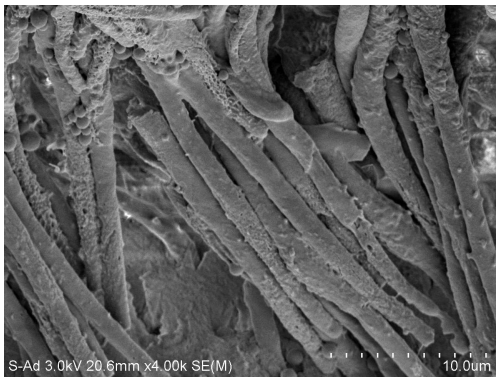

Figure 3. Micromorphology of resin tags in superficial dentin of AdheSE (S-AD group, × 4,000).

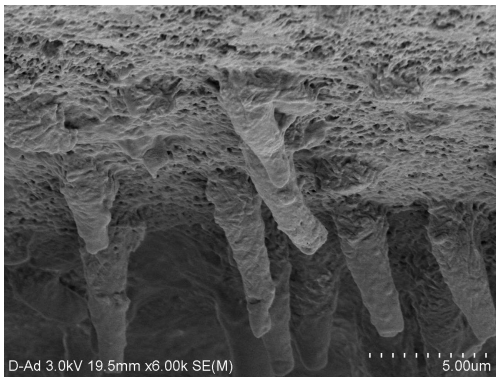

Figure 4. Micromorphology of resin tags in deep dentin of AdheSE (D-AD group, × 6,000).

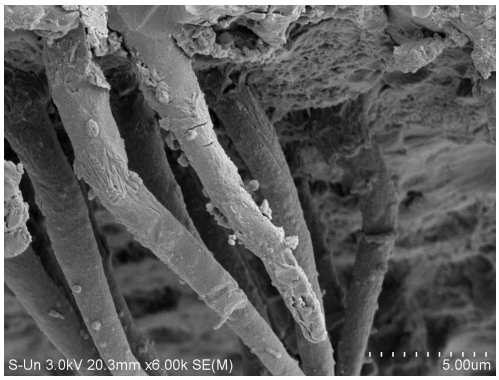

Figure 5. Micromorphology of resin tags in superficial dentin of UniFil Bond (S-UN group, × 6,000).

Figure 6. Micromorphology of resin tags in deep dentin of UniFil Bond (D-UN group, × 6,000).

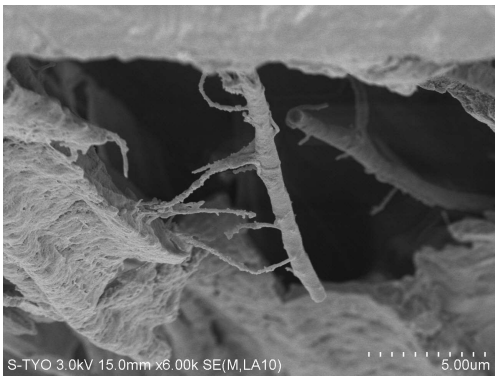

Figure 7. Micromorphology of resin tags in superficial dentin of Tyrian SPE/ One-Step Plus (S-TY group, × 6,000).

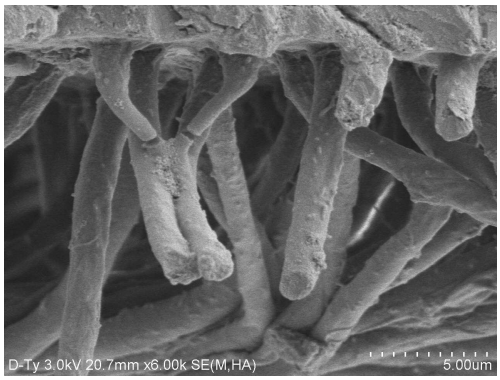

Figure 8. Micromorphology of resin tags in deep dentin of Tyrian SPE/One-Step Plus (D-TY group, × 6,000).

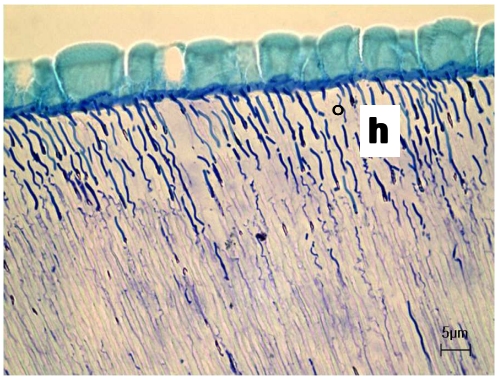

Figure 9. 1.2-1.5 ㎛ of hybrid layer(h) in superficial dentin of Clearfil SE Bond (S-CL group, × 400).

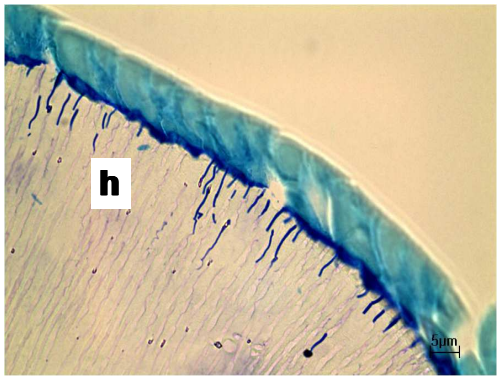

Figure 10. 0.6-1.4 ㎛ of hybrid layer (h) in deep dentin of Clearfil SE Bond (D-CL group, × 400).

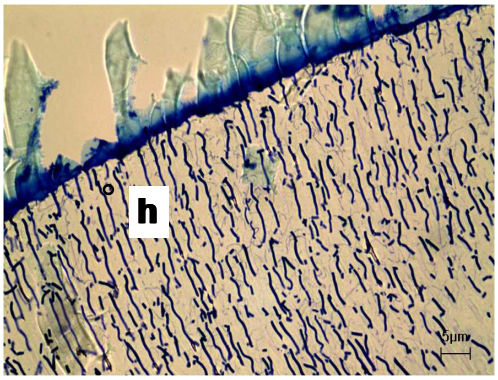

Figure 11. 1.0-3.0 ㎛ of hybrid layer (h)in superficial dentin of AdheSE (S-AD group, × 400).

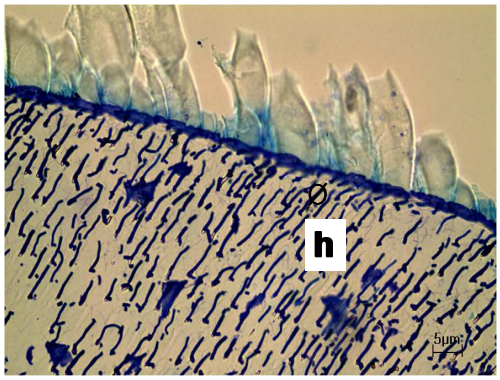

Figure 12. 1.0-2.0 ㎛ of hybrid layer (h) in deep dentin of AdheSE (D-AD group, × 400).

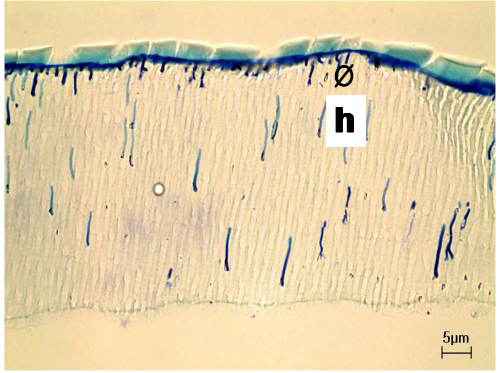

Figure 13. 0.6-1.3 ㎛ of hybrid layer (h)in superficial dentin of UniFil Bond (S-UN group, × 400).

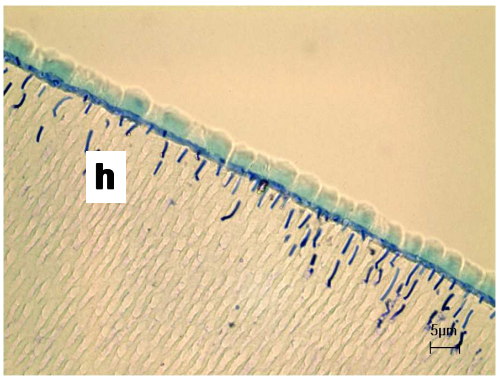

Figure 14. 1.0 ㎛ of hybrid layer(h) in deep dentin of UniFil Bond (D-UN group, × 400).

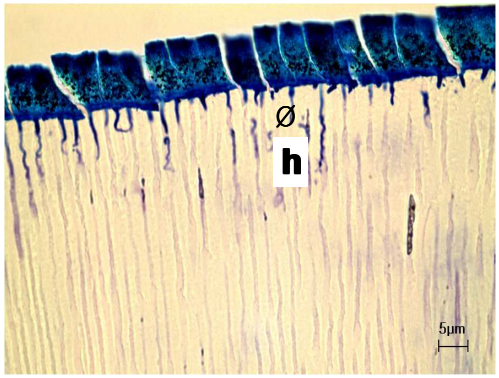

Figure 15. 1.6-2.0 ㎛ of hybrid layer (h)in superficial dentin of Tyrian SPE /One-Step Plus (S-TY group, × 400).

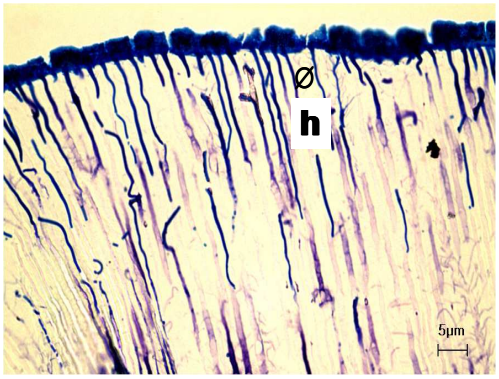

Figure 16. 1.0-1.3 ㎛ of hybrid layer (h) in deep dentin of Tyrian SPE/One-Step Plus (D-TY group, × 400).

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20067375	과 정	박사
성 명	한글: 김 종 욱 한문 : 金 鐘 郁 영문 : Kim Jong Uk				
주 소	광주시 남구 봉선동 쌍용 APT 105동				
연락처	denendo1@hanmail.net				
논문 제목	한글: 자가부식 프라이머 접착제 적용시 상아질 계면의 형태학적 소견				
	영문: Morphological findings of dentin interface applied self-etching primer adhesives				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(○) 반대( )

2009년 2월

저작자: 김 종 욱 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하