

법랑질 접착에 대한 습윤 효과

고근호 · 조영곤* · 진철희 · 유상훈 · 김종욱 · 박병철 · 기영재 · 최희영 · 김종진

조선대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

EFFECT OF WETNESS ON THE ENAMEL BONDING

Keun-Ho Ko, Young-Gon Cho*, Cheul-Hee Jin, Sang-Hoon Yoo,
Jong-Uk Kim, Byung-Cheul Park, Young-Jae Ki, Hee-Young Choi, Jong-Jin Kim
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

This study evaluated the microleakage and interfacial gap between enamel and composite resin under the dry and wet condition of the enamel surface. V shaped class 5 cavities were prepared on the occlusal portion of extracted human molars. Samples were divided into three groups: D group (air dry for 10-15 s), BD group (blot dry with moist cotton pellet), and DR group (air dry for 10-15 s and rewet with Aqua-Prep F for 20 s).

Cavities were filled using Aelitefil composite resin after applied One-Step. Microleakage was tested by 2% methylene blue dye solution and the data were statistically analysed by Kruskal-Wallis test and Mann-Whitney test. Also Enamel-resin interface was observed under SEM. Group BD showed statistically lower microleakage than group D ($p < 0.05$), but there was no statistically significant difference between group BD and DR ($p > 0.05$). At the enamel-resin interface, group D showed the gap of 2 μ m thickness, but group BD and DR showed close adaptation.

In conclusion, the use of blot dry and rewetting agent (Aqua-Prep F) resulted in decreased microleakage and improved adhesion between enamel and resin when using One-Step. [J Kor Acad Cons Dent 29(3): 205-211, 2004]

Key words : Microleakage, Interfacial gap, Air dry, Blot dry, Rewet

I. 서 론

복합레진과 접착제의 발달은 심미적 수복은 물론 치질의 삭제를 최소로 하는 보존적 수복을 가능하게 하였다^{1,2)}. 그러나 복합레진은 치질과 직접 접착되지 않기 때문에 접착 시스템을 반드시 사용하여야 한다. 이러한 시스템 중 산 부식제, 프라이머 (primer) 및 접착 레진 (adhesive resin)을

각각 적용하는 3 단계 접착 시스템이나 산 부식제를 적용한 후 프라이머와 접착 레진이 혼합된 단일병 (one-bottle) 용액을 적용하는 2 단계 접착 시스템의 치질에 대한 접착 개념은 흔히 total etching과 습윤 접착술 (wet bonding technique)에 기본을 두고 있다³⁻⁷⁾.

Total etching은 일반적으로 인산을 이용하여 법랑질과 상아질의 표면을 동시에 처리함으로써 법랑질에 미세공포 (microporosities)를 형성하고, 상아질의 관간 상아질과 관주 상아질을 탈회하여 교원섬유를 노출시킨다⁸⁾. 또한 습윤 접착술은 원래 산 부식에 의해 노출된 친수성의 상아질이 건조에 의해 교원섬유의 망상구조가 붕괴되는 것을 방지하고, 탈회된 교원섬유 사이에 형성된 미세한 공간을 개방된 상태로 유지함으로써 레진 단량체 (monomer)가 잘 침투되도록 하기 위하여 소개되었다^{5,9)}.

* Corresponding author: Young-Gon Cho

Department of Conservative Dentistry,
College of Dentistry, Chosun University
421 Susuk-dong, Dong-gu, Gwangju, 501-825, Korea
Tel : 82-62-220-3840 Fax : 82-62-232-9064
E-mail : ygcho@mail.chosun.ac.kr

복합레진을 상아질에 접착할 때 습윤 접착술은 건조 접착술 (dry bonding technique)에 비해 우수한 접착을 나타내는 것으로 보고되고 있다^{10,11}. Kanca⁴⁾는 All-Bond 접착제를 이용한 건조 상아질과 습윤 상아질의 결합강도 비교에서 습윤 상아질이 뚜렷이 높은 결합강도를 나타냈다고 하였다. 또한 Nakajima 등¹²⁾은 3종의 접착제를 이용하여 건조 상아질과 습윤 상아질에 대한 미세인장 결합강도와 주사전자 현미경적인 방법으로 비교한 결과, 건조 상아질은 습윤 상아질보다 2~5배의 낮은 인장강도를 나타냈으며, 현미경 하에서 혼성층 (hybrid layer)이 관찰되지 않았다고 보고하였다.

접착 시스템에는 레진이 치질로 잘 침투될 수 있도록 여러 가지 용매를 포함하고 있다. 용매로는 흔히 아세톤, 에탄올, 물을 사용한다^{13,14}. 접착에 관한 상아질 표면의 습윤 효과를 고려해볼 때, 아세톤과 에탄올 용매를 포함하는 시스템은 물 용매를 사용하는 시스템보다 습윤 접착술에 의해 접착 효능성이 증가되는 것으로 알려져 있다^{13,15-17}.

따라서 건조 상아질의 재 수화 (rehydration)를 위해 물이나 재 습윤제 (rewetting agent) 등을 이용한 건조 상아질의 재 습윤 효과에 대한 연구가 활발하게 진행되었다^{6,11,13}. Gwinnett¹⁰⁾는 상아질을 각각 10초와 30초간 건조한 후 물을 적신 면구로 재 습윤하여 All-Bond 2와 BisFil을 적용한 경우, 습윤 상아질에서와 비슷한 전단결합강도를 나타냈다고 보고하였다. Ritter 등¹⁸⁾은 접착제의 전단결합강도는 상아질의 표면 상태 (건조, 습윤, 건조 후 물에 의한 재 습윤)와 재 습윤제의 사용에 의해 영향을 받게 되고, 상아질의 재 습윤 시 물보다는 Gluma Desensitizer와 Aqua-Prep과 같은 재 습윤제가 더 효과적이라고 보고하였다. 또한 Perdigao 등¹⁹⁾은 상아질을 건조, 습윤, 5초간 건조한 후 Aqua-Prep으로 재 습윤하고 3종의 단일병 접착제를 적용하여 전단결합강도와 계면 형태를 비교한 결과, 모든 접착제에서 습윤 상아질과 Aqua-Prep으로 재 습윤한 상아질 간에 통계학적인 결합강도의 차이가 없었고, Aqua-Prep으로 재 습윤한 상아질은 건조 시 붕괴된 교원섬유의 망상구조를 공간이 형성된 구조로 변화시켰다고 하였다. Pilo 등²⁰⁾도 Aqua Prep을 이용한 경우 상아질에 대한 접착제의 전단결합강도를 향상시킨다고 보고하였다.

이와 같이 상아질 표면의 습윤 상태는 상아질 접착에 있어서 긍정적인 효과를 나타내고 있으며, 법랑질과 상아질이 서로 인접한 임상적인 상황에서 상아질을 습윤한 상태로 유지하려면 법랑질 또한 습윤 상태가 될 것이다. 법랑질에서 습윤 접착을 이용한 다수의 연구가 보고되었다. Kanca²¹⁾는 All-Bond를 사용하였을 경우 습윤 법랑질에 대한 결합강도는 건조 법랑질 보다 높거나 동일하다고 하였다. Moll 등⁵⁾은 20초간 건조한 법랑질과 면구로 blot dry한 습윤 법랑질

에 대한 3 단계와 2단계 접착제의 전단결합강도를 비교한 결과 습윤 법랑질은 결합강도에 나쁜 영향을 주지 않았다고 하였으며, Jain과 Stewart²²⁾는 Single Bond 사용 시 습윤 법랑질은 건조 법랑질과 뚜렷한 결합강도의 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 치질의 수분 상태에 민감한 아세톤을 용매를 포함하고 있는 One-Step 단일병 접착제를 사용할 경우, 법랑질 표면의 건조 및 습윤 상태 그리고 재 습윤제 (Aqua Prep F)의 적용이 법랑질의 변연 미세누출과 접착 계면에 미치는 효과를 평가하고자 하였다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

나이와 성별에 관계없이 우식병소나 수복물 및 미세균열이 없는 최근에 발거된 상·하악 대구치 45개를 실험치아로 사용하였다.

실험재료는 단일병 접착제와 복합레진으로 각각 One-Step과 Aelitefil (색조 A3)을 사용하였으며, 재 습윤제로 Aqua-Prep F를 사용하였다 (Table 1). 접착제와 복합레진의 광중합을 위해 광조사기는 Spectrum™ 800 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)을 사용하였고, 500 mW/cm²의 광강도를 이용하였다.

2. 연구방법

발거된 상·하악 대구치 45개를 선택하여 치아의 표면에 부착된 연조직과 무기물을 스크러로 제거한 후, 실험 직전까지 생리식염수에 보관하였다.

(A) 미세누출

(1) 시편제작

30개 치관의 협면과 설면의 교합면측 1/2 부위에 고속 엔진용 다이아몬드 버 (TR 21: MANI Inc., Tochigi-ken, Japan)를 사용하여 V자 형태의 5급 와동을 형성하였다. 와동의 변연은 법랑질에 위치되도록 하였으며, 와동의 크기는 교합-치는 폭경 3 mm, 근원심 폭경 4~5 mm, 깊이는 1.0~1.5 mm가 되도록 하였다.

와동이 형성된 30개의 치아는 10개씩 무작위로 선택하여 3개의 군으로 분류하였다. 각 치아의 와동은 10초 정도 깨끗하게 세척한 후 건조하였다. 32% 인산을 함유한 Uni-etch (Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.)를 15초 동안 와동에 적용하고, 수세한 후 와동 표면을 건조 및 습윤 방법에 따라 다음과 같이 각 군을 처리하였다.

Table 1. Materials used in this study and their chemical composition

Materials	Products	Chemical composition	Manufacturer
Etchant	Uni-etch	32% phosphoric acid	Bisco. Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.
Bonding agent	One-Step	BPDM, Bis-GMA, HEMA, acetone, photoinitiator	Bisco. Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.
Composite	Aelitefil	Bis-GMA, TEGDMA, filler	Bisco. Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.
Rewetting agent	Aqua-Prep F	35% HEMA, water, fluoride	Bisco. Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.

BPDM, biphenyl dimethacrylate; Bis-GMA, bisphenol glycidyl methacrylate;
HEMA, 2-hydroxyethyl methacrylate; TEGDMA, triethylenglycol dimethacrylate

Table 2. Group classification according to the surface condition of cavity

Group	Surface condition of cavity
D (Dry)	Air dry for 10~15 seconds
BD (Blot dry)	Blot dry with moist cotton pellet
DR (Dry + Rewet)	Air dry and rewet with Aqua-Prep F for 20 seconds

1) D 군 (Dry 군)

산부식 처리와 세척 후 와동에 남아 있는 물을 제거하기 위하여 치아 표면에서 2 cm 떨어진 거리에서 공기 시린지로 강하게 10~15초간 건조하였다.

2) BD 군 (Blot Dry 군)

와동에 남아 있는 물을 수분에 적신 면구로 흡수하였다.

3) DR 군 (Dry Rewet 군)

와동에 남아 있는 물을 치아 표면에서 2 cm 떨어진 거리에서 공기 시린지로 강하게 10~5초간 건조한 후, Aqua-Prep F를 20초 동안 도포하고 공기 시린지로 가볍게 건조하였다.

Table 2와 같이 처리된 각 군의 와동에 One-Step 접착제를 가볍게 문지르면서 2회 연속적으로 적용한 다음, 공기 시린지로 10초간 부드럽게 건조한 후 10초간 광조사하였다. 그 후 One-Step 접착제를 다시 2회 연속적으로 도포하고 공기 시린지로 건조한 후 10초간 광조사하였다. 술에 남아 있는 One-Step 접착제를 와동에 도포하고 공기 시린지로 짧게 건조한 후 Aelitefil (색조 A3)을 와동에 한번에 충

전하고 40초간 광조사하였다.

각 치아에 있는 복합레진 표면은 저속의 Sof-Lex disks (3M Dental Products., St. Paul, MN, U.S.A.)를 사용하여 순차적으로 마무리와 연마하였다. 2번 버로 치근단 공에 와동을 형성하고 Fuji II LC (GC Co., Tokyo, Japan)를 충전한 후, 실온의 증류수에 24시간 동안 보관하였다. 모든 시편은 5℃와 55℃의 증류수에서 1분 간격으로 500회 열순환을 시행하였다.

(2) 미세누출의 관찰 및 평가

시편을 건조한 후, 복합레진 수복물 주변 약 1 mm를 남겨 놓고 모든 치면에 nail varnish를 2회 적용하였다. 시편은 실온에서 2% methylene blue 용액에 24시간 동안 침적하였다. 각 시편을 흐르는 물에 세척하고 저속의 diamond disks를 이용하여 각 수복물의 중앙부가 통과되도록 치아의 협설 방향으로 양분하였다. 각 시편의 절단면은 주수 하에서 600 grit silicone carbide papers로 연마하였다.

각 군의 절단된 시편은 각각 협측과 설측에 있는 복합레진 수복물의 교합면 측과 치은 측의 법랑질 변연부를 20 배율의 광학 입체현미경 (Olympus LG-PS2, Tokyo, Japan) 하에서 다음과 같은 기준에 의하여 색소침투 정도를 관찰하고, 이를 각 치아의 변연 미세누출 점수로 하였다.

0 = 색소침투가 없는 경우

1 = 색소가 교합면 측 또는 치은 측 와벽의 1/2 미만까지 침투된 경우

2 = 색소가 교합면 측 또는 치은 측 와벽의 1/2 이상 침투되었으나 와동의 기저부에 도달되지 않은 경우

3 = 색소가 와동의 기저부까지 침투된 경우

각 미세누출 점수는 하나의 시편에서 관찰된 협측과 설측 수복물 중 색소의 침투가 더 많은 측을 선택하였다.

(3) 통계분석

각 군의 미세누출에 대한 상호 간의 유의성 검정은 Kruskal-Wallis test를 이용하여 시행하였으며, 사후검정은 Mann-Whitney test를 이용하여 95% 유의수준에서 분석하였다.

(B) 법랑질과 복합레진 계면의 관찰

(1) 시편제작

미세누출을 위한 시편제작과 동일한 방법으로 15개의 치아에 V자 형태의 5급 와동을 형성하고, 와동 표면의 건조와 습윤 방법에 따라 3개의 군 (1군에 5개 치아)으로 분류하여 접착제와 복합레진으로 와동을 수복하였다. 경석고를 혼합하여 C.B.C. 병 (Complete Blood Count bottle: Sewon Yanghang, Busan, Korea)에 붓고 각 치아는 백악법랑경계부 상방의 치관이 노출되도록 치근을 매몰하였다.

Isomet Low Speed Saw (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, U.S.A.)를 이용하여 각 치아의 수복물 중앙부가 통과 되도록 협설 방향으로 양분한 다음, 치아의 치경부를 절단하여 1개의 치아에서 2개의 시편을 얻었다. 각 시편의 절단

표면은 주수 하에서 600 grit silicone carbide papers로 연마한 후 50% 인산 용액으로 10초간 처리하였다.

(2) 주사전자 현미경 관찰

각 시편을 건조한 후, stub에 부착하여 2 KV, 20 mA의 전압과 전류, 4×10^{-2} bar/pa의 진공 상태에서 1분 동안 225 Å 두께로 금도금하였다. 주사전자 현미경 (JSM-840A Scanning Microscope JEOL LTD., Tokyo, Japan)하에서 각 군의 법랑질과 복합레진의 계면을 관찰하여 Polaroid 667 필름 (Kodak Co., Cambridge MA, U.S.A.)으로 촬영하였다.

III. 연구성적

법랑질 변연부에서 각 군의 미세누출 점수와 평균치는 Table 3에 표시하였다. Figure 1은 각 군의 미세누출 점수를 그래프로 나타낸 것이다.

법랑질 변연부에서의 미세누출은 D 군, DR 군, BD 군 순으로 높게 나타나 와동을 10~15초간 건조한 D 군에서 가장 높은 미세누출을 나타냈다 (Table 3과 Figure 1). 법랑질 변연부에서 각 군의 미세누출에 대한 통계학적인 유의성은 Table 4에 표시하였다. 각 군 간의 미세누출을 비교하

Table 3. Distribution of microleakage scores and means at enamel margins

Group	No. of specimens	Score				Mean	S.D.
		0	1	2	3		
D	20	6	2	3	9	1.60	1.42
BD	20	11	9	0	0	0.45	0.51
DR	20	11	6	0	3	0.75	1.06

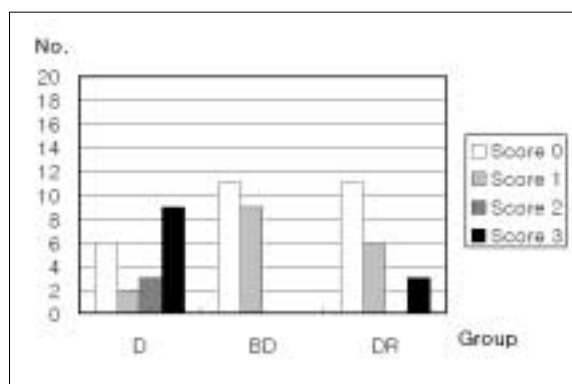


Figure 1. Number of microleakage scores of each group

Table 4. Statistical analysis to enamel microleakage among groups by Kruskal-Wallis test and Mann-Whitney test

	Group D	Group BD	Group DR
Group D		*	
Group BD			
Group DR			

* : significant differences ($p < 0.05$)

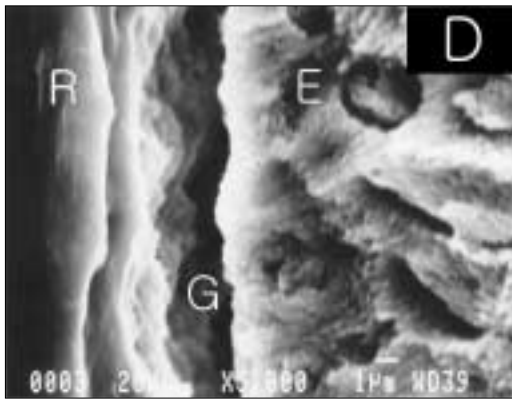


Figure 2. D (dry) group showed the gap (G) of 2 μ m thickness at the enamel (E)-resin (R) interface (SEM $\times 5,000$)

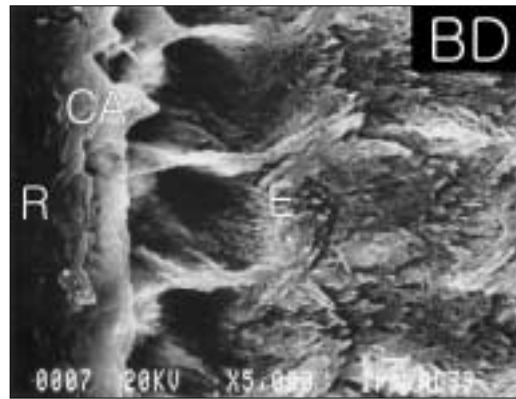


Figure 3. BD (blot dry) group showed close adaptation (CA) at the enamel (E)-resin (R) interface (SEM $\times 5,000$)

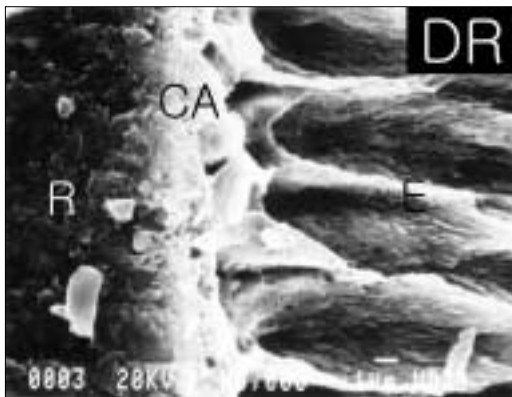


Figure 4. DR (dry/rewet with Aqua-Prep F) group showed close adaptation (CA) at the enamel (E)-resin (R) interface (SEM $\times 5,000$)

여 보면 BD 군은 D 군보다 통계학적으로 낮은 미세누출을 나타냈으나 ($p < 0.05$) DR 군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$).

법랑질과 복합레진의 계면에서 D 군은 2 μ m 정도의 간극을 보였으나 (Figure 2), BD 군과 DR 군은 긴밀한 접착을 보였다 (Figure 3과 4).

IV. 총괄 및 고안

법랑질에 대한 복합레진의 접착은 부식된 치질과 접착레진 간의 미세 기계적인 접착에 의해 이루어진다²³⁾. 법랑질의 산부식술은 Buonocore²⁴⁾에 의해 최초로 소개되었으며, 그 이후 이는 복합레진 수복 시 법랑질 표면을 형성하기 위한 일반적인 과정이 되었다. 산부식 처리후 습윤 접착술은 상

아질의 접착력을 향상시키는 중요한 과정으로 인식되고 있다^{3,4,12)}.

치아형성 시 대부분 법랑질과 상아질은 동시에 삭제되어 노출되므로 상아질을 습윤한 상태로 남겨두려면 법랑질 또한 습윤한 상태에 있게 된다. 따라서 습윤 접착술이 법랑질의 미세누출에 미치는 영향을 평가할 필요성이 있다.

지난 10여 년 동안 접착 과정을 단순하게 하고 적용시간을 감소시키기 위한 여러 접착 시스템이 소개되었다^{25,26)}. 단일병 접착 시스템은 프라이머와 접착제의 기능을 혼합하여 하나의 병에 담은 것으로서, 본 연구에 사용된 One-Step은 아세톤 베이스의 단일병 접착제 시스템으로 HEMA (2-hydroxyethyl methacrylate)와 BPDM (biphenyl dimethacrylate) 및 Bis-GMA (bisphenol glycidyl methacrylate)을 함유하고 있다. 일반적으로 단일병 시스템은 친수성 레진을 함유하고 있기 때문에 법랑질의 건조나 습윤 상태에 따라 큰 영향을 받지 않는 것으로 알려져 있다. 그러나 본 연구에 사용된 One-Step 접착제는 법랑질의 건조 시 변연 미세누출에 나쁜 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서 D 군의 법랑질 변연 미세누출은 BD 군이나 DR 군의 미세누출 보다 높게 나타났으며 (Table 3), BD 군의 미세누출 보다 통계학적으로 뚜렷이 높게 나타났다 ($p < 0.05$, Table 4).

본 연구에서 법랑질을 건조한 경우 변연 미세누출이 높게 나타난 이유는 본 연구에 사용된 One-Step 접착제는 물이 없는 아세톤 베이스 접착 시스템으로서 친수성의 HEMA가 부식되고 건조된 법랑질에 침투되기 전에 아세톤이 너무 빨리 증발되어 법랑질의 미세공포로 충분히 침투되지 못하였기 때문으로 사료된다. 이러한 결과는 또한 본 연구의 주사전자 현미경 하에서 법랑질과 복합레진의 계면에서 2 μ m 정도의 간격이 관찰된 것 (Figure 2)을 통해 설명될 수 있을

것이다.

상아질 접착에서 수분은 필수적이며 중요한 요소가 되고 있다. 본 연구에서 BD 군의 법랑질 변연 미세누출은 다른 모든 군에 비해 가장 낮게 나타났으며 (Table 3), 또한 주사전자 현미경적 관찰에서 BD 군은 법랑질과 복합레진의 계면에서 긴밀한 접착을 보여 주었다 (Figure 3). 따라서 상아질과 마찬가지로 법랑질의 blot dry는 건조 접착술 보다 더 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 아세톤과 물의 상호작용 즉, One-Step에 있는 아세톤 용매가 법랑질에 남아있는 물을 추적하는 효과(water chasing effect)로 인해^{4,10,12)} 부식된 법랑질로 레진의 침투가 증가되었기 때문으로 생각된다.

본 연구의 결과는 습윤 및 건조 법랑질에 대한 All-Etch/All-Bond 시스템의 결합강도를 비교한 연구에서 습윤 법랑질에서의 결합강도가 더 높게 나타났다고 보고한 Kanca²¹⁾의 연구 결과와 유사하였지만, 법랑질이 수분에 의해 접촉될 때 법랑질에 대한 복합레진의 결합강도가 뚜렷이 저하되었다고 보고한 Barghi 등²⁷⁾과 Knight 등²⁸⁾의 임상적인 연구 결과와는 다르게 나타났다.

법랑질과 상아질을 동시에 산부식 처리하는 total etching을 이용한 접착 시스템에서는 산부식 처리 후 건조과정에서 일어나는 상아질의 과도한 건조는 상아질의 탈회 대를 붕괴하여 불완전한 혼성층을 형성하게 된다⁸⁾. 그러므로 와동이 건조된 경우 접착제를 도포하기 전에 상아질 표면을 재 습윤시켜 주는 것이 반드시 필요하다. 다수의 연구에서 Aqua-Prep은 상아질을 위한 재 습윤제로서 효과적이고, 접착 술식을 단순하게 하는 것으로 보고되고 있다^{18,20)}. Perdigao 등²⁹⁾은 2종의 아세톤 베이스 단일병 접착제를 사용하여 상아질에 대한 Aqua-Prep의 재습윤 효과를 연구한 결과, 두 접착제 모두에서 습윤 상아질과 재 습윤제 (Aqua-Prep)를 적용한 상아질의 전단결합강도 간에 통계학적인 차이가 없었으며, 이러한 결과를 통해 그는 와동이 과도하게 건조되거나 습윤되지 않도록 와동을 건조한 후 Aqua-Prep으로 재 습윤하는 방법을 추천한 바 있다.

본 연구에 사용된 Aqua-Prep F는 물, 35% HEMA, 불소 성분으로 구성된 재 습윤제이다. 물은 붕괴된 콜라겐 섬유형 효과를 제공하고, HEMA는 콜라겐의 차후의 수축을 방지하는 stiffening agent로서 작용한다¹⁹⁾. 또한 HEMA는 수소 결합을 통해 물 분자에 결합됨으로써 치면에 있는 물을 천천히 증발하도록 한다³⁰⁾. 불소는 지각과민 처치제를 위해 첨가된 성분이다³¹⁾.

본 연구에서 DR 군의 법랑질 변연 미세누출은 BD 군의 미세누출 보다 약간 높게 나타났으며, D 군의 미세누출 보다 낮게 나타났다 (Table 3). 또한 주사전자 현미경적인 관찰에서 DR 군은 BD 군과 마찬가지로 법랑질과 복합레진의 계면에서 긴밀한 접착을 보여주었다 (Figure 4). 이러한 결

과는 Aqua-Prep F의 성분에 포함된 물이 건조된 법랑질에 공급되면서 One-Step의 아세톤 성분과 반응하고, 또한 One-Step과 Aqua-Prep F 모두에 포함된 친수성의 HEMA에 의해 법랑질과 긴밀한 접착을 이루었기 때문으로 사료된다.

또한 blot dry한 법랑질에 비해 미세누출이 약간 높게 나타난 이유는 Aqua-Prep F에 포함된 HEMA가 One-Step에도 포함되어 있어 재 습윤 과정에서 친수성 HEMA의 이점이 크게 작용하지 못하였기 때문으로 생각된다. 본 연구의 결과에서 재 습윤제인 Aqua-Prep F를 건조된 법랑질면에 적용한 경우 One-Step 접착제의 미세누출이 blot dry한 법랑질과 비슷하게 감소됨을 알 수 있었다.

본 연구에서는 치질의 수분 상태에 민감한 아세톤 용매를 포함하고 있는 One-Step 단일병 접착제를 사용할 경우 법랑질의 과도한 건조는 복합레진의 변연 미세누출을 증가시키고, 복합레진과 법랑질 계면에서 간극을 보여주었다. 또한 법랑질의 blot dry와 법랑질을 건조한 후 재 습윤제 (Aqua-Prep F)의 사용은 복합레진의 변연 미세누출을 감소시키고, 법랑질과 복합레진 계면에서 긴밀한 접착을 보여주었다. 본 연구는 미세누출과 주사전자 현미경적인 방법을 통하여 얻은 실험실적인 결과이므로 이러한 결과가 in vivo에서도 동일하게 나타날 것인가를 확인하기 위해서 법랑질의 건조와 습윤 방법에 따른 임상적인 연구가 더욱 진행되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 법랑질 표면의 건조와 습윤 방법에 따른 법랑질과 복합레진의 변연 미세누출 및 접착 계면을 평가하였다.

법랑질과 복합레진 간의 미세누출 평가와 주사전자 현미경 관찰을 위해 각각 30개와 15개의 대구치 협면과 설면의 교합면 측 1/2 부위에 V자 형태의 5급 와동을 형성하여 와동의 변연이 법랑질에 위치되도록 하였다. 와동을 산부식 처리한 후, 와동의 건조와 습윤 방법에 따라 다음과 같이 3개의 군으로 분류하였다. D 군: 와동을 공기 시린지로 10~15초간 강하게 건조한 군, BD 군: 와동에 남아있는 물을 수분에 적신 면구로 흡수한 군, DR 군: D 군과 같은 방법으로 건조한 후 Aqua-Prep F를 20초간 적용한 군.

상기와 같은 방법으로 처리된 와동에 One-Step 접착제를 도포하고 Aelitefil로 충전하여 마무리와 연마를 시행한 후, 실온의 증류수에 24시간 동안 보관하였다.

미세누출의 평가를 위해 모든 시편은 열 순환하였고, 2% methylene blue에 24시간 동안 침적하였다. 광학 입체현미경 하에서 각 시편의 색소침투 정도를 관찰하여 미세누출 점수 (0, 1, 2, 3)를 기록한 후, 각 군간의 유의성을 검정하였다.

주사전자 현미경 관찰을 위해 치관을 협설 방향으로 절단하여 양분한 후, 절단된 표면을 연마하고 50% 인산으로 처리하였다

이상의 실험을 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

1. BD 군은 D 군 보다 통계학적으로 낮은 미세누출을 나타냈으나 ($p < 0.05$), DR 군과는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$).

2. 법랑질과 복합레진의 계면에서 D 군은 2 μ m 정도의 간극을 보였으나, BD 군과 DR 군은 긴밀한 접착을 보였다.

이상의 결과를 종합하여 보면, 법랑질에서 One-Step 접착제 사용 시 blot dry와 건조 후 재 습윤제의 사용은 복합레진의 미세누출을 감소시키고, 법랑질과 복합레진 계면에서 긴밀한 접착을 보여 주었다.

참고문헌

1. Amaral CM, Hara AT, Pimenta LAF, Rodrigues Jr AL. Microleakage of hydrophilic systems in class V composite restorations. *Am J Dent* 14(1):31-34, 2001.
2. Gladys S, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Microleakage of adhesive restorative materials. *Am J Dent* 14(3):170-176, 2001.
3. Franchi M, Breschi L. Effects of acid-etching solutions on human enamel and dentin. *Quintessence Int* 26:431-435, 1995.
4. Kanca J. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. *Quintessence Int* 23(1):39-41, 1992.
5. Moll K, Gartner T, Haller B. Effect of moist bonding on composite/enamel bond strength. *Am J Dent* 15(2):85-70, 2002.
6. Perdigão J, Frankenberger R. Effect of solvent and rewetting time on dentin adhesion. *Quintessence Int* 32:385-390, 2001.
7. Swift EJ. Enamel and dentin bonding. *J Esthet Dent* 12(3):119-201, 2000.
8. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent* 28(3):215-235, 2003.
9. Pashley DH, Ciucci B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int* 24:618-631, 1993.
10. Gwinnett AJ. Dentin bond strength after air drying and rewetting. *Am J Dent* 7(3):144-148, 1994.
11. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SHY. Micromorphological spectrum of acid conditioned dentin following the application of a water-based adhesive. *Dent Mater* 14:329-338, 1998.
12. Nakajima M, Kanemura N, Pereira PNR, Tagami J, Pashley DH. Comparative microtensile bond strength and SEM analysis of bonding to wet and dry dentin. *Am J Dent* 13(6):354-328, 2000.
13. Gallo JR, Henderson M, Burgess JO. Shear bond strength to moist and dry dentin of four dentin bonding systems. *Am J Dent* 13(5):267-270, 2000.
14. Pashley DH, Carvalho RM, Tay FR, Agee KA, Lee KW. Solvation of dried dentin matrix by water and other polar solvents. *Am J Dent* 15:97-102, 2002.
15. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Tensile bond strength of filled and unfilled adhesives to dentin. *Am J Dent* 3(2):73-74, 2000.
16. Gwinnett AJ. Moist vs. dry dentin: Its effect on shear bond strength. *Am J Dent* 5:127-129, 1992.
17. Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent* 9:161-166, 1996.
18. Ritter AV, Heymann HO, Swift EJ, Perdigão J, Rosa BT. Effects of different re-wetting techniques on dentin shear bond strengths. *J Esthet Dent* 12(2):85-96, 2000.
19. Perdigão J, Van Meerbeek B, Lopes MM, Ambrose WW. The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. *Dent Mater* 15:282-295, 1999.
20. Pilo R, Cardash HS, Oz-Ari B, Ben-Amar A. Effect of preliminary treatment of the dentin surface on the shear bond strength of resin composite to dentin. *Oper Dent* 26:569-575, 2001.
21. Kanca J. Resin bonding to wet substrate. II. Bonding to enamel. *Quintessence Int* 23(9):625-627, 1992.
22. Jain P, Stewart GP. Effect of dentin primer on shear bond strength of composite resin to moist and dry enamel. *Oper Dent* 25:51-56, 2000.
23. Goldan VV, Vargas MA, Denehy GE. Interfacial ultrastructure of the enamel/dentin bonding agents. *Am J Dent* 11:13-16, 1998.
24. Buonocore MG. Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 28:849-853, 1955.
25. Abdalla AI, Garcia-Godoy F. Morphological characterization of single bottle adhesives and vital dentin interface. *Am J Dent* 15(1):31-34, 2002.
26. Baratieri LN, Canabarro S, Lopes GC, Ritter AV. Effect of resin viscosity and enamel beveling on the clinical performance of class V composite restorations: Three-year Results. *Oper Dent* 28(5):482-487, 2003.
27. Barghi N, Knight GT, Berry TG. Comparing two methods of moisture control in bonding to enamel: A clinical study. *Oper Dent* 16:130-135, 1991.
28. Knight GT, Berry TG, Barghi N, Burns TR. Effects of two methods of moisture control on marginal microleakage between resin composite and etched enamel: a clinical study. *Int J Prosthodont* 6(5):475-479, 1993.
29. Perdigão J, Swift EJ, Heymann HO, Malek MA. Effect of a re-wetting agent on the performance of acetone-based dentin adhesives. *Am J Dent* 11:207-213, 1999.
30. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SHY. Ultrastructure of the resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. *Am J Dent* 10(2):77-82, 1997.
31. Swift EJ. Resin desensitizers. *J Esthet Dent* 11(6):289-290, 1999.