

유치에서 All-In-One system의 적용 시간과 적용 횟수에 따른 전단 결합 강도 및 혼성층 형성에 관한 연구

홍상진 · 박종휘 · 박현동 · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학 교실 및 구강생물학연구소

국문초록

본 연구는 All-In-One system의 적용 시간과 도포 횟수에 따라 유치 상아질과 복합레진의 접착 강도와 혼성층에 어떤 영향을 미치는지를 규명하고자 Single bonding agent(Scotchbond Multi-Purpose Plus, 3M, USA)와 All-In-One system(Prompt-L pop, 3M ESPE, USA)를 사용하였고 수복용 레진으로 복합레진(Z-250, 3M, USA)를 사용한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 전단 결합 강도는 Single bonding agent를 적용한 경우 All-In-One system을 적용한 군보다 유의하게 높게 나타났다 ($P<0.05$).
2. Prompt L-pop을 2회, 3회 적용한 경우에 전단 결합 강도는 1회 적용한 군보다 유의하게 높게 나타났으며($P<0.05$), 혼성층의 두께는 1회 적용군보다 2회, 3회 적용한 군에서 증가하였다.
3. Prompt L-pop을 15초 적용한 경우에 전단 결합 강도는 7초 적용한 군보다 유의하게 높게 나타났으며($P<0.05$), 30초 적용군과는 차이가 없었다. 혼성층의 두께는 7초 적용군이 가장 얇고, 15초군과 30초군에서는 차이가 없었다.
4. Single bonding agent를 이용한 경우 두터운 2-4 μ m의 혼성층이 관찰된 반면, All-In-One bonding system(Prompt L-pop, 3M ESPE, USA)에서는 비교적 얇은 혼성층(1-2 μ m)이 형성되었다.

주요어 : All-In-One system, 전단 결합 강도, 혼성층

I. 서 론

최근 수복치료에 있어서 환자들의 심미적 기능에 대한 관심이 강조되면서 영구치 뿐만 아니라 유치의 치료에 있어서도 복합레진 등의 심미적 수복재의 사용이 점차 증가되고 있다. 복합레진은 우수한 심미성으로 전치부 수복재로 가장 널리 사용되고 있으며 파절치의 수복, 외상 치아의 고정, 교정 장치 부착 등 많은 분야에서 사용되고 있다. 최근에는 물성의 증가로 인해 전치부 뿐만 아니라 구치부의 수복에도 사용되고 있다.

그러나 복합레진은 중합시의 수축과 온도변화에 따른 체적 변화에 의한 치질과의 미세누출이 문제점으로 지적되고 있다¹⁾. 이러한 미세누출을 줄이기 위해 치아와 재료간의 결합도를 증진시키는 연구와 중합수축을 줄이는 연구가 계속 진행중이다²⁾.

일반적으로 치질의 접착에 필요한 구성요소는 산부식제(etchant), 프라이머(primer), 접착제(adhesive)의 3가지 system으로 구성되며 산부식제는 법랑질에서 치질을 탈회시켜 미세결합구조를 형성하고, 상아질에서는 도말층(smear layer)

을 제거하여 상아질 표면을 탈회시키는 역할을 한다. 프라이머는 접성이 낮은 친수성 레진으로 친수성을 가진 상아질 표면을 소수성으로 변화시켜 결합제의 침투를 용이하게 하며, 상아질 과민증의 예방 및 치료에 사용된다. 결합제는 bonding agent로 불리기도 하며 주로 소수성 단량체로 혼성층(hybrid layer)을 안정화시키며 상아세관 내로 침투하여 resin tag를 형성한다³⁾. 이러한 레진 접착제는 1세대에서는 결합강도가 매우 낮았으나 3세대에서 4세대로 개발되면서 증가하고 5세대, 6세대에서는 그 사용이 간편화 되었다.

1955년 Buonocore⁴⁾가 85%의 인산을 이용한 산부식법의 소개로 치질과 수복재료의 접착이 가능해진 이후 지금까지 많은 연구가 이루어지고 있다. Silverstone⁵⁾은 30-40%농도의 인산에서 가장 좋은 결합력을 얻을 수 있다고 하였으며, 산부식 시간에 대해서는 Mardaga와 Shannon⁶⁾이 산부식 시간이 감소할수록 인장 결합강도가 감소한다고 발표한 이래 많은 연구를 통하여 최근에는 15초의 짧은 시간에서도 60초에서와 유사한 표면구조와 결합강도를 얻을 수 있다고 하였다⁷⁻⁹⁾. 이러한 연

구를 근거로 하여 현재 영구치의 경우 일반적으로 15초 전후의 산부식 시간이 추천되고 있다¹⁰⁾. 그러나 유치와 영구치는 성분의 차이가 있으므로 산부식 시간에 차이를 두어야 한다¹¹⁾는 주장이 제기되어 왔다.

또한 법랑질에 비해 상아질에서 레진과의 접착은 그 성상 때문에 어려움이 있다. 상아질은 무기성분이 법랑질보다 적고, 삭제시 형성되는 도말층 등의 이유로 상아질과 레진간의 결합에 어려움이 있다^{11,12)}.

초기의 상아질 결합제는 치수의 자극을 방지하기 위해 도말층만 제거하고 smear plug는 제거하지 않았는데 Gorracci 등¹³⁾은 상아질 표면에 대한 전처치가 치수에 영향을 주지 않는다고 하였다. Nakabayashi와 Takarada¹⁴⁾가 상아질을 탈회 후 interfibrillar microporosity를 갖는 교원섬유의 망상구조가 노출되어, 이 기질에 접착재가 침투하여 레진과 상아질 사이에 생기는 혼성층에 대해 언급한 이후 최근 대부분의 상아질 결합제는 혼성층 형성에 그 개념을 두고 레진과 상아질의 결합을 증진시키기 위해 산을 이용하여 도말층을 제거하고 소수성 및 친수성의 프라이머를 도포하고, 결합재를 도포하여 상아질과 교원섬유내로 레진 침투를 용이하게 하는 방법을 사용하고 있다. 또한 최근의 연구에 의하면 부가적인 결합재의 적용이 더 나은 결합강도를 보인다고 하였다^{15,16)}.

최근에는 기존의 상아질 접착재의 접착과정이 복잡하고 많은 시간이 요구되어 타액의 오염의 가능성을 증가시키는 문제점으로 인해 그 접착과정을 단순화시키는 접착재가 소개되고 있다. 이는 5, 6세대 상아질 접착재로 5세대 접착재는 프라이머와 결합과정을 한 과정으로 축소한 one bottle system과 산부식과 프라이머를 한 과정으로 하는 self-etching primer system이 이에 속한다. 그리고 6세대 상아질 접착재는 단 1회의 적용으로 치질과의 접착을 얻도록 고안된 것으로 모든 과정이 한 단계로 끝나는 장점이 있지만 결합력에 관한 많은 연구가 진행중이다³⁾.

이에 접착 수복학 분야에서 사용되는 상아질 처리제로서 도말층을 완전히 제거하는 total-etching system과 최근에 소개된 도말층을 완전히 제거하지 않고 혼성층에 포함시키는 All-In-One system은 상아질-레진 결합에 많은 영향을 미칠 것으로 사료된다. All-In-One system에 의한 유치 상아질의 처리 효과 및 레진 결합력에 대한 비교에 관한 연구는 거의 없는 상황이다. 따라서 본 연구는 All-In-One system의 적용 시간과 도포 횟수에 따라 유치 상아질과 복합레진의 접착 강도와 혼성층에 어떤 영향을 미치는지를 규명하고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 치아 시편 제작

유식이나 결합이 없는 유구치 102개의 치아를 실험재료로 사

용하였다. 상아질을 노출시키기 위하여 치아의 협면이 노출되도록 원통형의 플라스틱 통에 교정용 레진을 이용하여 매몰한 다음 상아질 경계의 직각으로 치아의 중심을 통과하도록 diamond saw를 이용하여 약 5mm 직경의 상아질이 노출될 때까지 절단하고 600, 800, 1000, 1200 grit silicon carbide paper를 이용하여 순서대로 연마하였다.

이후 각 90개의 치아는 전단 결합 강도를 측정하기 위하여 직경 4mm의 구멍이 뚫린 celluloid tape을 상아질이 노출되도록 부착하고, 나머지 12개는 전자현미경 관찰을 위하여 사용하였다.

전단결합강도 측정을 위한 시편은 직경 4mm, 길이 2mm의 투명한 원통형 플라스틱내에 복합레진을 충전하여 도포된 접착재 부위에 압착하고 40초간 광중합을 시행하였다.

그리고 주사전자현미경 관찰을 위한 시편은 전단결합강도를 측정하기 위한 방법과 동일하게 접착재를 적용하고 복합레진을 약 1.5mm 두께가 되도록 충전한 후 40초간 광중합 하였다. 모든 시편을 5℃ - 60℃에서 30초씩 500회의 thermocycling을 시행하였다.

주사전자현미경 관찰을 위한 시편은 레진-상아질 경계의 직각으로 치아의 중심을 통과하도록 diamond saw를 이용하여 이등분한 후 한쪽 절편을 800, 1000, 1200, 2400 grit silicon carbide paper를 이용하여 순서대로 연마하였다. 다음에 증류수에 넣고 3분 동안 초음파 세척한 후 0.5N HCl에 30초, 5% NaOCl에 2분 동안 담근 후에 1분간 초음파 세척하였다.

2) 실험 재료

본 연구에 사용된 접착재는 Single bonding agent (Scotchbond Multi-Purpose Plus, 3M, USA)와 All-In-One system(Prompt-L pop, 3M ESPE, USA)를 사용하였고 수복용 레진으로 복합레진(Z-250, 3M, USA)를 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 군 분류

제작된 시편을 6군으로 나누어 각 군당 17개의 치아를 대상으로 하고 전단결합강도 측정을 위해 15개의 시편을 사용하고 2개는 주사전자현미경 관찰을 위해 사용하였다. I 군은 대조군으로 유치의 노출된 상아질면에 37%인산으로 15초간 산부식 후 Single bonding agent를 도포하고 10초간 광중합하였다. II 군은 유치의 상아질에 Prompt L-pop을 제조회사 지시의 절반인 7초간 1회 도포하고 10초간 광중합을 시행하였고, III 군은 Prompt L-pop을 15초간 1회, IV 군은 Prompt-L pop의 적용 시간을 30초간 1회 도포하고 10초간 광중합 하였다. V 군과 VI 군은 도포 횟수를 다르게 하여, Prompt-L pop을 제조회사의 지시대로 15초간 도포 후 광중합을 시행하고, V 군은 다시 15초간 도포 후 광중합을 시행하였다. VI 군은 3회 반복하여 도포

Table 1. Specimen preparation for measurement of shear bond strengths.

Group	Etching time(sec)	Adhesives	Application time(sec)	Application frequency	No. of specimen
I	15	Single bond	-	1	15
II	-	All-In-One	7	1	15
III	-	All-In-One	15	1	15
IV	-	All-In-One	30	1	15
V	-	All-In-One	15	2	15
VI	-	All-In-One	15	3	15

후 광중합 하였다(Table. 1). 이와 같이 모든 군에 결합재를 도포한 후 광중합 복합레진을 충전하였다.

(2) 전단결합강도 측정

만능측정기를 사용하여 30 kg의 하중에서 3mm/min의 속도로 전단결합강도를 측정하였다.

(3) 통계처리

Window용 SPSS 7.5 통계패키지를 이용하여 비모수 통계방법인 Mann-Whitney 검사를 시행하고 다중비교는 Duncan's multiple range test를 이용하여 유치의 전단결합강도 및 통계적 유의성을 검사하였다.

(4) 주사전자현미경 관찰

레진-상아질 경계의 혼성층에 대한 주사전자현미경 관찰을 위해 준비된 각 12개의 치아절편은 60%, 70%, 80%, 90%, 100%의 에탄올에 10분씩 넣어 탈수한 후 2kV 전압과 20mA의 전류와 4x 10⁻² bar/pa의 진공상태에서 금도금 처리하였다. 각 시편은 주사전자현미경 (JSM-840A Scanning

Microscope JEOL Ltd., USA.)하에서 관찰하여 Polaroid 667 film (Kodak Co., USA)으로 촬영하였다.

Ⅲ. 실험 성적

1. 전단결합강도 측정

Table 2와 4는 각 군의 전단결합강도를 나타낸다. Single bonding agent를 적용한 경우의 전단결합강도(13.58 MPa)는 All-In-One bonding agent(9.66 MPa)를 적용한 군에 비해 유의하게 높게 나타났으며(P<0.05), 적용시간에 따라 15초 적용군(9.66 MPa)이 7초 적용군(6.10 MPa)보다 유의하게 높았다(Table 2, 3). 30초 적용군(9.82 MPa)은 15초 적용군보다 다소 높은 경향이 있었으나 통계적 유의성은 없었다.

적용 횟수에 대해서 1회 적용군(9.66 MPa)보다 2회 적용군(11.51 MPa)과 3회 적용군(13.14 MPa)이 유의하게 높았으며(P<0.05), 2회 적용군보다 3회 적용군이 더 높았으나 통계학적 유의성은 없었다(Table 4, 5).

Table 2. Shear bond strengths of specimens according to application time.

Group	Application Time(sec)	Adhesives	Mean(MPa)
I	-	Single bond	13.58±1.78
II	7	All-In-One	6.10±1.42
III	15	All-In-One	9.66±1.27
IV	30	All-In-One	9.82±1.97

Table 3. Statistical analysis of shear bond strengths as function of application time among groups.

	I	II	III	IV
I				
II	*			
III	*	*		
IV	*	*	*	

*: Statistically significant difference(P<0.05)

Table 4. Shear bond strengths of specimens according to application frequency.

Group	Application Frequency	Adhesives	Mean(MPa)
I	-	Single bond	13.58±1.78
III	1	All-In-One	9.66±1.27
V	2	All-In-One	11.51±2.61
VI	3	All-In-One	13.14±2.71

Table 5. Statistical analysis of shear bond strengths as function of application ion frequency among groups.

	I	II	III	IV
I				
II	*			
III	*	*		
IV		*	*	

*: Statistically significant difference(P<0.05)

2. 주사전자현미경 관찰

유치에서 Prompt L-pop의 적용 시간 및 횟수에 관계없이 산부식 후에 single bonding agent를 도포한 경우 2-4µm 두께의 혼성층 및 10-15µm 두께의 adhesive layer가 관찰되었으며, 상아질과 접착제, 접착제와 치질은 비교적 긴밀하게 접촉되어 있는 양상을 볼 수 있었다(Fig. 1). 그러나 Prompt L-pop을 15초간 1회 적용한 경우 1-2µm 두께의 혼성층과 10µm이하의 adhesive layer가 관찰되었고, 치질과 복합레진 사이에 간극이 형성되어 있는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 2). 7초간 1회 적용한 경우는 1µm이하의 혼성층만이 관찰되었으며, 30초간 1회 적용한 군에서는 15초간 1회 적용한 군과 비슷한 양상을 보였다(Fig. 3, 4). 하지만 15초간 2회, 3회 적용한 경우에는 single bonding agent를 도포한 경우와 비슷한 2-4µm의 혼성층과 10µm이상의 adhesive layer가 관찰되었다(Fig. 5, 6).

IV. 총괄 및 고안

최근 기존의 산부식, 프라이머, 접착제의 과정에서 지적되었던 접착 과정의 복잡성과 시술 시간이 오래 걸리는 점, 시술 중 타액에 의한 오염의 가능성 증가 등의 단점을 보완하기 위해 5세대 결합제가 개발되었다. 이러한 one bottle 상아질 결합제로는 아세톤, 에탄올과 같은 용매를 함유하여 상아질에 레진 단량체를 운반하는 역할을 하는 아세톤이나 에탄올-based 상아질 결합제와 이러한 용매를 함유하지 않는 Water-based 상아질 결합제로 크게 나누어진다. Jacobsen과 Soderholm¹⁷⁾은 실험적으로 HEMA/아세톤 프라이머가 HEMA/물 프라이머보다 통계적으로 높은 결합력을 보였고, HEMA-based 상아질 프라이머에서 용매로서 아세톤이 물보다 더 높은 결합력을 보이며 보다 오랜 시간의 전처리가 필요하다고 보고하였다. 아세톤은

최근에 개발된 많은 결합제에서 용매로 사용되고 있으며 Swift와 Bayne¹⁸⁾는 물에 혼합된 아세톤은 물이 풍부한 표면속으로 프라이머가 확산되는 것을 도와준다고 하였다. 따라서 이러한 system은 "Wet bonding"을 필요로 한다. Kanca¹⁹⁾는 아세톤이 물의 증기압을 증가시키고 일부는 휘발성이며, 또한 물의 표면 장력은 아세톤보다 낮아 프라이머가 물로 덮혀 있는 표면을 따라 쉽게 퍼지게 되어 아세톤이 평형에 도달할 때까지 물을 찾아다니며, 레진 단량체를 운반하고 이후 여분의 아세톤은 건조되고 프라이머만 남긴다고 하였다.

이러한 연구를 토대로 최근에는 5세대 상아질 결합제보다 더 간편화된 6세대 상아질 결합제가 개발, 사용되고 있다. 6세대 상아질 결합제는 산부식, 프라이머, 접착의 과정이 모두 하나로 통합된 All-In-One system으로 약산을 함유하여 부분적으로 도말층과 하부 상아질을 탈회시키고 콜라겐을 노출시킴과 동시에 프라이머의 친수성 monomer가 침투한다. 탈회는 용해된 무기물의 완충작용에 의해 제한되며 도말층의 잔여분은 혼성층과 합쳐진다. 따라서 콜라겐 내부로 monomer의 침투가 잘 되어 콜라겐 섬유와 침윤된 레진간의 공극을 남기지 않아 결합력이 증가된다고 하였다²⁰⁾. 또한 접착제를 도포하는 동안 탈회의 깊이는 산성 monomer의 종류, 농도, 적용시간과 상아질 조성에 달려 있으며 single-application bonding system을 사용하는 접착제는 치면을 wetting 시키는데 아주 효과적인 친수성 용액이라고 하였다. 이러한 system의 산부식 효과는 상아질의 미네랄 성분과 상호작용을 하고, monomer 침투를 증진시키는 산성 monomer나 유기산 용액과 관련이 있다. 이러한 monomer의 상아질내 침투로 resin tag와 혼성층을 형성한다고 한다²¹⁾.

본 연구에 사용된 재료는 Prompt L-pop(ESPE Dental AG, Germany)으로 methacrylated phosphoric acid ester를 포함하여 상아질의 도말층을 용해하고 상아질을 탈회시키는 동안 monomer가 침투하게 된다. 이 과정중 입자의 산성성분이

중화되고, 건조와 광중합과정을 통하여 혼성층 형성의 결과인 polymer network structure를 형성한다²²⁾.

Prompt L-pop에 대해 Oliver²²⁾는 기존의 방법보다 단축된 조작시간과 간편한 방법으로 높은 결합강도를 보인다고 하였고, 또 다른 연구에서는 산부식을 하지 않았음에도 불구하고 전단 강도 검사에서 비슷하거나 더 나은 결과를 보이기도 했다. SEM 연구에서 법랑질을 Prompt L-pop으로 부식한 양상은 인산으로 부식한 것과 비교했을 때 어느 정도 유사하였고, 상아질에 대한 접착은 confocal laser scanning microscope로 관찰하였을 때 상아질에서 혼성층이 형성된다고 하였다²²⁾. 접착방법에 따라 형성된 혼성층의 두께에 관한 연구에서 Hayakawa 등²¹⁾은 self-etching primer 도포시 상아질의 smear layer는 부분적으로 용해되고 1-1.5 μ m 두께의 혼성층의 형성을 관찰하였고, Tay와 Pashley²³⁾은 Prompt L-Pop 사용시 2.5-5 μ m의 혼성층의 형성을 보고하였다.

하지만 본 실험에서는 Single bonding agent를 적용군(13.58 \pm 1.78 MPa)보다 Prompt L-pop를 적용한 군(9.66 \pm 1.27 MPa)에서 유의하게 더 낮은 전단결합강도를 보였다. 그리고 적용 횟수와는 1회 적용군(9.66 \pm 1.27 MPa)보다 2회 적용군(11.51 \pm 2.61 MPa)과 3회 적용군(13.14 \pm 2.71 MPa)이 유의하게 높았으며, 2회 적용군보다 3회 적용군이 더 높았으나 통계학적 유의성은 없었다(Table 4, 5). 또한 전자현미경 관찰 결과 1회 적용군에서는 1-2 μ m의 얇은 혼성층과 10 μ m 미만의 adhesive layer가 관찰되었고 2회, 3회 적용군에서는 single bonding system 적용군과 비슷한 2-4 μ m의 혼성층과 10-15 μ m의 adhesive layer가 관찰되었다. 이는 Frank-enberger 등²⁴⁾의 single bonding system인 Prime&Bond NT를 적용한 경우 4 μ m 두께의 혼성층 형성되었으며, Prompt L-pop을 1회 적용한 경우 혼성층은 관찰되지 않았으며 낮은 전단결합강도(5.2MPa)를 보이고, 수회 도포시 약 1 μ m의 혼성층의 형성과 더 나은 전단결합강도(18.6MPa) 관찰과, Swift 등¹⁵⁾과 Vargas 등¹⁶⁾의 부가적인 adhesive의 적용이 더 나은 결합강도의 관찰에 대한 보고와 비슷한 결과를 보였다.

법랑질과 상아질의 산부식 효과는 산의 농도와 적용시간 등에 영향을 받게 되는데²⁵⁾, Fusayama²⁶⁾는 40%의 인산과 30-60초의 산부식 시간을 추천하였으나, 최근에는 약산과 짧은 부식 시간을 이용하여 법랑질과 상아질을 동시에 처리함으로써 치면의 과도한 손상이나 불필요한 오염을 방지하고 치료시간을 단축시키는 경향으로 흐르고 있다^{27,28)}.

산부식 시간에 대해서는 Crim과 Shay²⁹⁾, Shaffer 등³⁰⁾은 법랑질의 15초간 산부식 처리를 추천하였고, Glipatrick 등³¹⁾은 5초의 산부식은 15초와 60초의 산부식 시간과 비슷한 결합강도를 보인다고 하였다. 한편 Triolo 등³²⁾은 장기간의 산부식은 통계적으로 낮은 결합강도를 보인다고 하였다. 하지만 유치는 영구치보다 더 낮은 칼슘과 인의 농도를 가지고 있으며⁴⁾, Hirayama 등³³⁾은 유치의 관주 상아질이 영구치보다 2~5배가 두꺼우며, 이는 상대적으로 관주 상아질이 적어지고 결국 관주

상아질은 결합에 중요한 역할을 하므로 결합력이 유치가 보다 작아진다고 하였다. Koutsi 등³⁴⁾은 유치의 상아질 투과도가 영구치에 비해 낮으며, 상아 세관의 밀도와 가지(network) 형성은 치아에서의 위치에 따라 다양하다고 하였고, 이것은 결합력에 상당한 영향을 준다고 보고하였다. Garberglio와 Brännström³⁵⁾의 연구에 따르면 치수에서 0.4~0.5mm 거리의 상아질에는 영구치의 경우 mm²당 40,000~41,000개의 세관이 평균 1.6~1.7 μ m의 지름을 가지며 유치는 mm²당 26,390개의 세관이 평균 1.3 μ m의 지름을 갖는다고 한다. 세관의 밀도나 지름이 영구치가 유치보다 크며, 따라서 영구치가 유치보다 투과도가 높고 세관의 수는 치관에서 치근으로 갈수록 감소한다. 이러한 영구치와 유치의 여러 가지 차이로 인해 Nör 등³⁶⁾은 유치의 산부식 시간을 영구치의 약 1/2로 줄이거나 더 낮은 농도의 산부식액을 사용해야 한다고 하였다.

하지만 본 실험에서 Prompt L-pop의 적용시간을 1/2로 줄인 7초 적용군(6.10 \pm 1.42 MPa)에서 15초 적용군(9.66 \pm 1.27 MPa)과 적용 시간을 2배로 한 30초 적용군(9.82 \pm 1.97 MPa)보다 유의하게 낮았다. 또한 전자현미경 관찰 결과 7초군에서는 아주 얇은 두께의 혼성층(1 μ m 미만)만 관찰되었고 adhesive layer는 거의 없었으며, 15초군과 30초군에서는 1-2 μ m의 혼성층과 10 μ m 미만의 adhesive layer가 관찰되었다. Prompt L-pop등의 All-In-One bonding system의 산 성분은 primer내 산도가 pH 1.4~2.6에 이르는 산성 monomer인 4-META, phenyl P, MDP, MAC-10, 4-AETA, BPMD 등과 같은 성분을 함유하고 이들은 친수성 부분, 소수성 부분, 중합 가능한 이중결합을 포함하여 산부식과 전처리가 동시에 이루어지게 된다²⁰⁾. 이러한 과정 후 산성분은 중화되어 더 이상의 산부식을 일으키지 않게 된다. 따라서 30초의 적용시간과 15초 적용군과의 차이가 없는 것으로 사료된다. 또한 7초 적용군의 경우, Prompt L-pop의 methacrylated phosphoric acid ester가 상아질을 탈회시키고 monomer의 침투, 그리고 이 과정 중 입자 산성성분이 중화되는데 불충분한 시간 때문에 혼성층 형성의 결과인 polymer network structure를 형성하지 못하는 것으로 사료된다.

이상을 종합해 볼 때 All-In-One system은 시술의 간편함과 시술 시간 단축의 장점은 있으나, 치질과의 충분한 결합력을 얻기 위해서는 15초 이상의 적용시간과 추가적인 도포가 필요할 것으로 사료되며, 향후 Prompt L-pop의 영구치에 대한 적용 시간, 적용 횟수, 그리고 다양한 치과용 레진과의 결합력, 임상적 내구성 등 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

유치에서 All-In-One system을 이용하여 그 적용 시간과 적용 횟수에 따른 혼성층의 양상, 그리고 이들이 상아질에 대한 복합레진의 전단결합강도에 미치는 영향을 평가할 목적으로 본 연구를 시행하였다. 영구치의 협측 상아질에 single bonding

agent와 All-In-One system을 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전단결합강도는 Single bonding agent를 적용한 경우 All-In-One system을 적용한 군보다 유의하게 높게 나타났다 ($P<0.05$).
2. Prompt L-pop을 2회 3회 적용한 경우에 전단결합강도는 1회 적용한 군보다 유의하게 높게 나타났으며 ($P<0.05$), 혼성층의 두께는 1회 적용군보다 2회, 3회 적용한 군에서 증가하였다.
3. Prompt L-pop을 15초 적용한 경우에 전단결합강도는 7초 적용한 군보다 유의하게 높게 나타났으며 ($P<0.05$), 30초 적용군과는 차이가 없었다. 혼성층의 두께는 7초 적용군이 가장 얇고, 15초군과 30초군에서는 차이가 없었다.
4. Single bonding agent를 이용한 경우 두터운 2-4 μ m의 혼성층이 관찰된 반면, All-In-One bonding system(Prompt L-pop)에서는 비교적 얇은 혼성층(1-2 μ m)이 형성되었다.

참고문헌

1. Seltzer S : The penetration of microorganism between the tooth and direct resin fillings. *J Am Dent*, 51:556-566, 1995.
2. 김종빈, 김정수 : One-Bottle 상아질 결합제의 유치 상아질에 대한 전단 결합 강도에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 27:444-455, 2000.
3. 엄정문 : Present Status of Conservative Esthetic Restoration. *대한치과의사협회지*, 40:572-580, 2002.
4. Buonocore MG : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surface. *J Dent Res*, 34:849-853, 1955.
5. Silverstone LM : Fissure sealant : Laboratory studies. *Caries Res*, 8:2-26, 1974.
6. Mardaga WJ, Shannon IL : Decreasing the depth of etch for direct bonding orthodontics. *J Clin Orthod*, 16:130-132, 1982.
7. Andreus SB : Intrapulpal composition and fluid flow effects on dentin bond strengths. *J Dent Res*, 67:321, 1989.
8. Barkmeier WW, Gwinnett AJ, Shaffer SE : Effects of enamel etching on bond strength and morphology. *J Clin Orthod*, 19:36-38, 1985.
9. Nordenvall KJ, Brannstrom M, Malmgren O : Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth. A comparison between 15 and 60 seconds of etching. *Am J Orthod*, 78:99-108, 1980.
10. 최형준 : 상아질 산처리 방법에 따른 레진-상아질 경계면에서 Hybrid층의 형성에 관한 연구. *조선대학교 박사논문*,

- 1998.
11. Nör JE, Feigal RJ, Dennision JB, et al. : Dentin bonding ; SEM comprasion of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res*, 75:1396-1403, 1996.
12. Phillips RW : Advancements in Adhesive Restorative Dental Materials. *J Dent Res*, 45:1662-1667, 1996.
13. Goracci G, Mori G, Bazuccucci M : Marginal seal and biocompatibility of a fourth-generation bonding agent. *Dent Mater*, 27:129-135, 1995.
14. Nakabayashi N, Takarada K : Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dent Mater*, 8:125-130, 1992.
15. Swift EJ, Wilder AD, May KN, et al. : Shear bond strengths of one-bottle dentin adhesives using multiple applications. *Oper Dent*, 22:194-199, 1997.
16. Vargas MA, Fortin D, Meckes M, et al. : Effect of primer coats on composite bond strength to dentin. *J Dent Res*, 74:34, 1995.
17. Jacobesn T, Soderhölen K-J : Some effects of water on dentin bonding. *Dent Mater*, 11:132-136, 1995.
18. Swift EJ Jr, Bayne-SC : Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. *Am J Dent*, 10:184-188, 1997.
19. Kanca J : Resin bonding to wet substrate. II. Bonding to dentin. *Quintessence Int*, 23:39-41, 1992.
20. 서주희, 이광희, 김대업 : 오염된 유치 상아질에 대한 자가 부식 프라이머의 결합강도에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 29:107-114, 2002.
21. Hayakawa T, Kikutake K, Nemoto K : Influence of self-etching primer treatment on the adhesion of resin composite to polished dentin and enamel. *Dent Mater*, 14:99-105, 1998.
22. Oliver P : Creating a reliable bond. An all-in-one system. *Am J dent*, 13:85-87, 2000.
23. Tay FR, Pashley DH : Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I : Depth of penetration beyond dentin smear layer. *Dent Mater*, 17:296-308, 2001.
24. Frankenberger R, Perdigão J, Ros BT, et al. : 'No-bottle' vs 'multi-bottle' dentin adhesives - a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater*, 17:373-380, 2001.
25. Gilpatrick RO, Kaplan I, Roach : Microleakage of composite restorations with various etching times. *Oper Dent*, 25:573-576, 1994.
26. Fusayama T : Optimal cavity wall treatment for ad-

- hesive restorations. *J Esth Dent*, 2:95-99, 1990.
27. Leinfelder K : Dentin adhesives : The newest generation. *J Esth Dent*, 5:50-52, 1994.
 28. Pashley DH : The effect of acid etching on the pulpo-dentin complex. *Oper Dent*, 17:229-242, 1992.
 29. Crim GA, Shay JS : Effect of etchant time on microleakage. *J Dent Child*, 54:339-340, 1987.
 30. Shaffer SE, Barkmeier WW, Kelsey WP : Effect of reduced acid conditioning time on enamel microleakage. *Gen Dent*, 35:278-280, 1987.
 31. Gilpatrick RO, Ross JA, Simonsen RJ : Resin to enamel bond strengths with various etching times. *Quintessence Int*, 22:47-49, 1991.
 32. Triolo P, Mudgil A, Levine A : A comparison of bond strengths of Scotch-bond Multipurpose with alternative etchants. *J Dent Res*, 72:134, 1993.
 33. Hirayama A, Shikwa Gahuko : Experimental analytical electro microscopic studies on the quantitative analysis of elemental concentrations in biological thin specimens and its application to dental science. *Shikwa Gahuko*, 90:1019-1036, 1990.
 34. Koutsi V, Noonan RG, Pashley DH, et al. : The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molar. *Pediatr Dent*, 16:29-35, 1994.
 35. Garberglio R, Brännström M : Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol*, 21:355-362, 1976.
 36. Nör JE, Feigal RJ, Edrards CA : Dentin bonding SEM Comparison of the Resin-Dentin Interface in Primary and Permanent Teeth. *J Dent Res*, 74 (AADR Abstracts), 1995.

Reprint requests to:

Sang-Ho Lee, D.D.S., M.S.D, ph.D
 Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University
 421, Seosuk-Dong, Dong-Gu, Kwangju, 501-759, Korea
 E-mail : shclee@chosun.ac.kr

사진부도

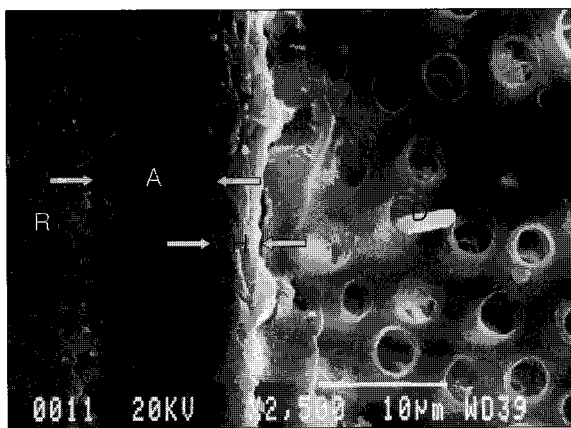


Fig. 1. Resin-dentin interface of primary dentin etched with 35% phosphoric acid for 15 sec, and applied single bonding agent ($\times 2500$). (D: dentin, R: composite resin, H: hybrid layer, A: adhesive layer)

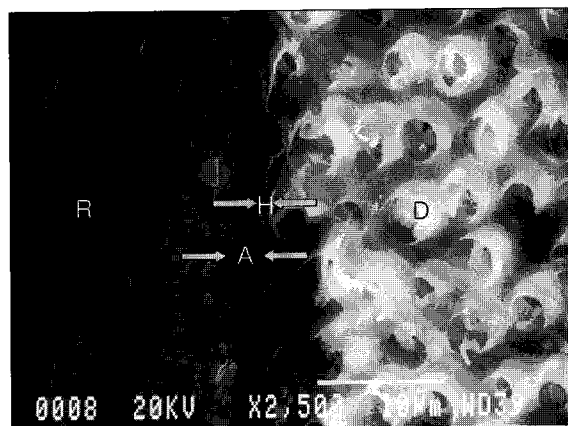


Fig. 2. Resin-dentin interface of primary dentin treated with All-In-One(Prompt L-Pop) bonding agent for 7 sec ($\times 2500$). (D: dentin, R: composite resin, H: hybrid layer, A: adhesive layer)

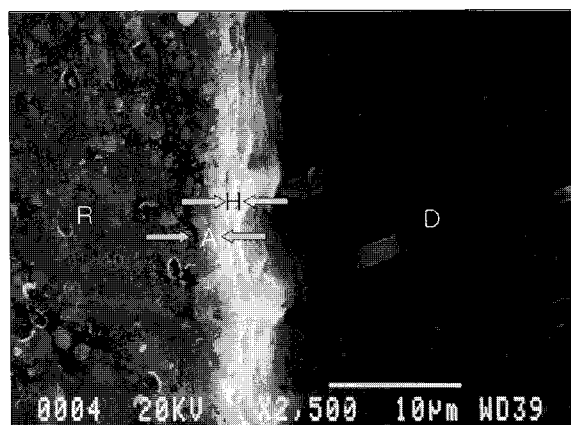


Fig. 3. Resin-dentin interface of primary dentin treated with All-In-One(Prompt L-Pop) bonding agent for 15 sec ($\times 2500$). (D: dentin, R: composite resin, H: hybrid layer, A: adhesive layer)

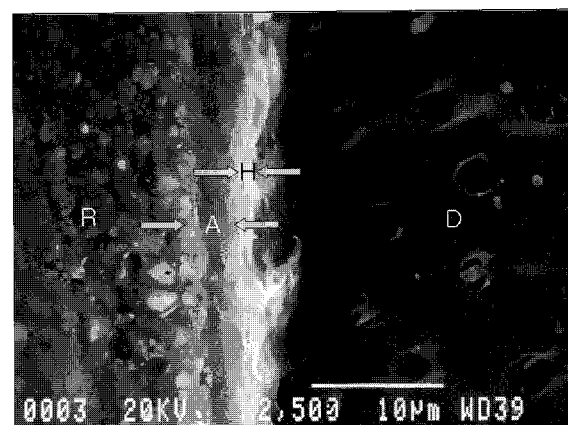


Fig. 4. Resin-dentin interface of primary dentin treated with All-In-One(Prompt L-Pop) bonding agent for 30 sec ($\times 2500$). (D: dentin, R: composite resin, H: hybrid layer, A: adhesive layer)

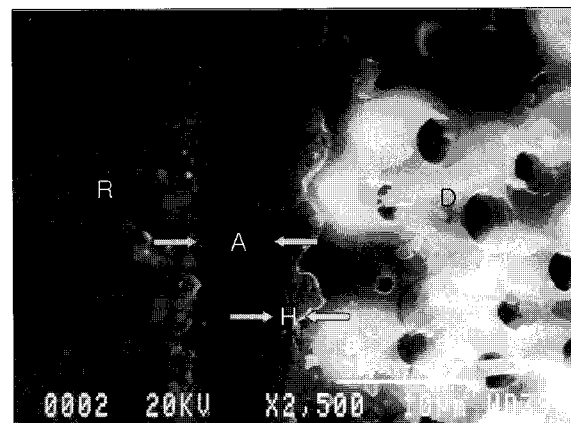


Fig. 5. Resin-dentin interface of primary dentin treated with All-In-One(Prompt L-Pop) bonding agent for 15 sec, 2 times ($\times 2500$). (D: dentin, R: composite resin, H: hybrid layer, A: adhesive layer)

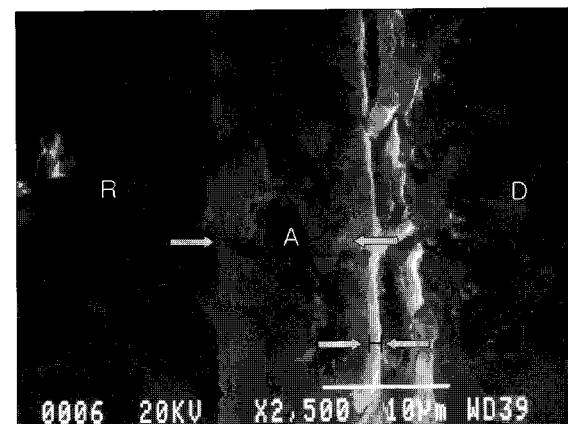


Fig. 6. Resin-dentin interface of primary dentin treated with All-In-One(Prompt L-Pop) bonding agent for 15 sec, 3 times ($\times 2500$). (D: dentin, R: composite resin, H: hybrid layer, A: adhesive layer)

Abstract

A STUDY ON THE FORMATION OF SHEAR BONDING STRENGTH AND HYBRID LAYER
ACCORDING TO THE APPLICATION TIME AND FREQUENCY OF AN
ALL-IN-ONE SYSTEM IN PRIMARY TEETH.

Sang-Jin Hong, Jong-Whi Park, Heon-Dong Park, Sang-Ho Lee

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Oral Biology Research Institute, Chosun University

The purpose of the present study was to evaluate the patterns of hybrid layer according to the application time and the frequency and its effects on the shear bonding strength of All-In-One system in primary teeth. A single bonding agent(Scotchbond Multi-Purpose Plus, 3M) and an All-In-One system(Prompt L-pop, 3M ESPE) were applied on the dentin varying the application time and the frequency in primary teeth. Shear bond strength was measured and the patterns of hybrid layers were observed by SEM.

The following results were obtained :

1. The shear bonding strength of single bonding agent was significantly higher than that of All-In-One system ($P<0.05$).
2. The shear bonding strength of All-In-One system applied twice or 3 times were higher than that of applied once ($P<0.05$). And thickness of the hybrid layer was increased when applied twice or 3 times compared to once.
3. The shear bonding strength of All-In-One system when applied for 15 second and 30 second were higher than that of 7 second ($P<0.05$). And the hybrid layer thickness of 15 second and 30 second's application time were higher than that of 7 second.
4. Thickness of hybrid layer applied with single bonding agent was 2-4 μ m and that of All-In-One system was 1-2 μ m.

Key words : All-In-One system, Shear bonding strength, Hybrid layer