

다양한 복합레진 시스템의 변연 누출도

김인수 · 민경산 · 신동훈*

단국대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

MICROLEAKAGE OF VARIOUS COMPOSITE RESIN SYSTEMS

In-Soo Kim, Kyung-San Min, Dong-Hoon Shin*

Dept. of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Dankook University

The object of this study was to compare the microleakage between various composite resin systems of multistep, one-bottle, and self-etching systems using electrical conductivity.

After making class V cavities ($4 \times 3 \times 1.5$ mm around CEJ), they were bulk filled with three kinds of resins of A3. Teeth were stored in a saline solution for one day, after then, they were finished and polished using Sof-Lex system. Another stress of thermocycling was made for 500 times from 5° to 55°C with each dwelling time of 10 seconds. Electrical conductivity (microampere, μA) was checked four times: before and after cavity preparation, after filling, after thermocycling.

One-way ANOVA and 95% Scheffe Post Hoc test was used for checking any statistical difference among groups. Another 95% Paired Samples T-test was also used for estimating any significant difference within group after cavity filling or thermocycling.

The results were as follows:

1. Every specimen showed various range of microleakage after filling.
There was, however, no difference between composite resin systems.
2. All composite resin systems showed marked increase in microleakage with a thermocycling ($p < 0.05$), there was, however, no difference between composite resin systems.
3. Although there was no significant difference between groups ($p = 0.078$), one-bottle and self-etching systems seemed to be unstable than multistep system.

Within the limits of this study, it was concluded that much more consideration should be needed when using thermally unstable one-bottle and self-etching systems that have multi-advantages from simplified step. More studies will be needed to solve these kinds of problems.

Key words : Microleakage, Electrical conductivity, Multistep, One-bottle, Self-etching, Microampere

I. 서 론

Rafael Bowen¹⁾에 의해 복합레진이 치과계에 소개된 이후 지금까지 수많은 발전을 이루어왔다. 이로 인해 치과 치료에는 혁신적인 개념이 도입되었으며 심미성과 치질과의 접착성으로 인하여 다른 수복 재료들을 대체하고 있는 실정이다.

그러나, 물성과 심미성의 개선이 이루어지고 있는 시점에

서도 치질(특히, 상아질이나 백악질)과의 변연누출은 아직도 극복되지 못하는 단점으로 인식되고 있다. Wizkovsky 등²⁾은 수복물의 변연 폐쇄성에 대해 수복물의 내구성을 결정해주는 중요 인자이며 2차 우식에 대한 저항성을 결정짓는다고 하였다. 이러한 미세누출은 복합레진이 경화할 때 일어나는 중합수축력 때문이며, 이 미세한 틈새로의 구강 액, 박테리아, 독성물질, 용해성 이온 등의 유입은 2차 우

식, 술후 민감성, 치수변변 등을 야기하게 된다³⁾.

이러한 변연누출도를 측정하기 위해 다양한 방법들이 사용되어 왔으며 색소 침투법, 인공 우식법, 주사전자현미경을 이용한 변연 적합도 측정, 중성자 활성화 분석법, 유체 이동 측정법, 및 전기전도도 측정법 등이 그것이다⁴⁻⁹⁾. 이처럼 측정법이 다양하다는 것은 그만큼 정확한 측정이 어렵다는 것을 의미하는 것이다. 이에 본 실험에서는 시편을 파괴하지 않고 다수의 반복 측정이 가능한 장점을 갖고 있는 전기 전도도 측정법을 사용하였다.

미세누출을 줄이는 노력의 일환으로 치질과의 접착력을 강화하는 방안을 들 수 있다. 이상적인 복합 레진 접착제는 치질과의 접착에 있어 각 치면의 처리 단계가 잘 이루어져야 한다. 즉 치질과 프라이머 그리고 레진 접착제 및 수복용 복합레진의 완벽한 접착을 의미하는 것이다.

복합레진의 치질 접착은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 법랑질에 대한 접착이고, 둘째는 상아질에 대한 접착이다. 법랑질이 산부식 처리될 때, 산은 법랑질 표면을 약 10 μ m 정도 제거하고 남아 있는 법랑소주의 말단을 선택적으로 용해시킨다. 이는 깊이 25-75 μ m의 공포(porosity)를 형성하여 접착제가 흘러들어 갈 수 있는 통로로서 작용하고 이에 따라 표면적이 2,000배 이상 증가한다. 이는 치아와 레진간에 강한 기계적인 결합을 이루도록 한다. 이러한 법랑질에 대한 복합레진의 접착은 지난 수십년간 성공적인 임상결과와 실험결과를 보여주었다.

한편 상아질에 대한 접착의 역사와 발전은 아주 역동적이었으며 계속 발전하여야 할 중대한 과제이다. 상아질과의 접착은 법랑질과는 달리 복잡한 양상을 띄고 있다. 즉 복잡하고 이질적인 구성성분과, 생활조직인 치수와의 연계성, 도말층의 존재, 내외의 끊임없는 습기의 존재, 복합 레진의 수축 등의 이유로 그 접착에 많은 문제가 제기되어 왔던 것이다¹⁰⁾. 상아질 접착 시스템은 다양한 관점에서 분류가 되고 있는데 개발 시기에 따라 세대별로 분류하기도 한다. 1 세대 상아질 접착제는 1956년 Buonocore¹¹⁾에 의해 소개되었으며, GPDM (Glycerophosphoric acid dimethacrylate)를 포함한 접착제가 도말층에 침투하거나 약간의 도말층의 변형을 일으켜 침투하는 방식으로 화학적인 접착을 유도하려고 했다. 2 세대 상아질 접착제는 Clearfil Bond System F, Bondlite, Scotchprep 등이 있으며, 도말층을 변형시켜 표면의 젖음성을 향상시키고 인산기와 칼슘 사이의 이온 상호반응을 이용하는 접착체계였다. 3 세대 상아질 접착제는 도말층을 제거하기 위해 상아질을 산부식한다는 개념을 이용하였다. 산부식에 의해 상아세관이 열리고 접착제가 이 공간으로 침투하여 미세기계적 결합력을 형성할 수 있었다. 이러한 접착제로는 4-META, Gluma, Scotchbond 등이 있으며, 산부식제로 10% 구연산, EDTA, 3% ferric chloride, 2.5% maleic acid 등이 있었다. 4 세대 상아질 접착

제는 접착체계에서 다단계의 개념을 열었다. 여기서는 상아질을 산부식하여 도말층을 없애고 콜라겐 섬유층을 노출시킨 후 친수성인 primer를 적용함으로써 낮은 점도를 가지는 접착 레진과 결합하여 복합레진과의 접착을 가능하게 하였다. 상품으로는 Scotchbond MP, DenFil bonding system 등이 있다. 최근에 나온 개념으로, 5세대 상아질 접착제라는 것은 이 3 가지 단계들을 줄여 치료 시간 단축 등의 장점을 얻고자 하였다. 이들은 산부식과 priming 과정을 합쳐 놓은 self-etching system 및 priming과 접착레진 적용 과정을 합쳐 놓은 one bottle system이 있으며 전자와 후자 모두 4 세대 상아질 접착제에 비해 뒤지지 않는 접착력과 변연폐쇄 능력을 보인다. Self-etching system은 일반적으로 산부식제를 별도로 처리하는 시스템보다 탈회 깊이가 얕다. 그러나 얕은 탈회 깊이가 레진 단량체들이 상아질로 침투될 수 있는 정도에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 장기간의 임상적 효과는 알려져 있지 않지만, 단기간의 임상적 연구¹²⁾와 실험실 연구¹³⁾에서는 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 시스템을 가진 제품으로는 Syntac, Clearfil SE Bond 등이 있다. One-bottle system은 아세트산, 에탄올, 물 성분들을 용매로 사용하며 한 번 이상 도포해야 원하는 두께를 얻을 수 있는 제품이 많고 Single Bond, Prime&Bond NT 등이 있다. 임상적용을 편리하게 하고 술식에 대한 민감성을 낮추기 위해 단계를 단순화시키고자 하는 노력은 결국 한번의 치면 처리로 모든 과정을 이룰 수 있는 접착체인 6 세대까지 개발시켰다. 또 다른 분류법은 상아질과의 접착 기전에 있어 도말층의 처리 양상에 따라 도말층 제거형 접착 시스템, 도말층 변형 접착 시스템, 도말층 용해형 접착 시스템으로 분류한다. 그러나 이러한 적용 방법의 간소화는 접착력 저하, 변연누출도 증가 등을 가져올 수 있는 개연성을 안고 있다.

이에 본 연구에서는 다양한 복합레진 시스템들의 변연누출도를 비교하고자 3 단계 처리형인 Vericom사의 국산 혼합형 레진인 Denfil/Etchant-37/primer/adhesive 시스템과 2단계 처리형 중 one bottle 시스템인 3M사의 Z250/etchant/single bond 시스템 및 self etching 시스템인 Kuraray사의 Clearfil AP-X/Clearfil SE Bond/Bond 시스템을 이용하여 비파괴적인 전기 화학적 분석법으로 측정함으로써 치면처리 단계에 따른 차이와 온도 변화에 따른 안정성의 차이가 있는지를 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

전구치 겸용 혼합형 복합레진을 사용하였으며 3 단계 접착시스템은 Vericom사의 Etchant-37/primer/adhe-

Table 1. Materials and surface treatments

Composite resin	Surface treatment	Batch No.	Manufacturer
DenFil	3 step (Etchant-37/primer /adhesive)	DF2000816	Vericom, AnYang Republic of Korea
		E702011/P0010	
		A0010	
Z250	One-bottle (Etchant-37 /single bond)	2KHJ	3M Dental Product St. Paul, MN U.S.A.
		E702011	
		3411	
Clearfil AP-X	Self-etching [Clearfil SE Bond(Primer) /Bond]	00842B	Kuraray Medical Co. Tokyo Japan
		00204B	
		00207B	

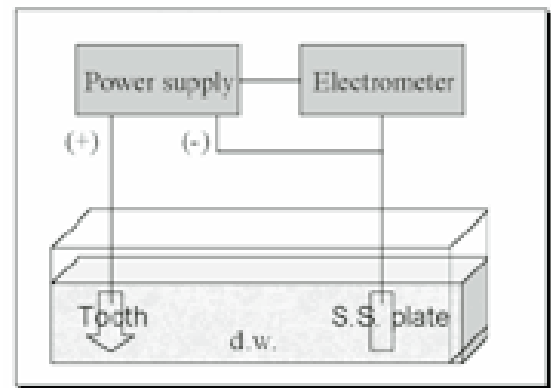
sive/Denfil 시스템을, 2 단계 접착시스템 중 one bottle 시스템은 3M사의 etchant-37/single bond/Z250 시스템을, 2 단계 접착시스템 중 self etching 시스템은 Kuraray 사의 Clearfil SE Bond(Primer)/Bond/Clearfil AP-X 시스템을 사용하였다 (Table 1). 색상은 공히 A3를 이용하였다.

2. 실험방법

실험 대상 치아는 각 실험군마다 10개의 우치를 사용하였으며 근점부를 제거한 다음 barbed broach를 이용하여 치수를 제거한 후 24시간 동안 5% 차아염소산나트륨 용액에 보관하여 잔존 치수를 완전히 제거하였다. 전기 전도도(μA) 측정을 위해 근점부를 통하여 증류수를 치수강 내에 채운 다음 .018 inch wire를 넣어 치수벽에 밀착시킨 후 왁스로 근점부를 밀봉하였다.

Fig. 1과 같은 회로를 통해 1 V의 전압하에서 와동형성 전의 전기 전도도(μA)를 측정한다. 다음, 대상 치아들을 각 군에 고르게 분포시킴으로써 실험군간의 치아에 따른 차이가 없도록 조정하였다. 실험시 일정한 전압을 부여하기 위해 직류 공급원인 TOE 8841 (TOELLNER electronic instrumente GMBH, Germany)을 이용하였고, 전기 전도도 측정에는 6514 system electrometer (Keithley Co., USA)가 사용되었다.

치경부의 백악법랑 경계부를 중심으로 근원심 폭경 4 mm, 수직 고경 3 mm, 깊이 1.5 mm의 박스형 5급 와동을 형성한 다음(C-factor: 2.75), 같은 방법으로 전기 전도도를 측정하여 실험군간 유의차가 없는 조건이 형성되었는지를 확인하였다. 이후 각 제조회사의 지시에 따라 치면을 각기 3

**Fig. 1.** Diagram of electrical conductivity test

단계, 2 단계로 처리한 다음 복합레진으로 단일 충전하고 실온에서 1 일간 생리 식염수에 보관한 후 Sof-Lex로 마무리하였다. 동일 방법으로 충전 후의 전기 전도도를 측정한다. 다음 다시 1 주일간 생리식염수에 보관하였다.

수복된 치아를 5℃ 와 55℃ 범위에서 10초씩 담그는 온도변화를 500회 시행한 다음 같은 방법으로 전기 전도도를 측정하여 온도 부여에 따른 변연누출도의 안정성을 평가하였다.

와동형성 전, 후와 충전 및 온도변화 후의 각 군간 변연누출도(전기 전도도)의 유의성은 one-way ANOVA test와 95% 유의수준의 Scheff's Post Hoc test를 통해 검증하였으며 충전 및 온도변화에 따른 각 군내 변연누출도 증가의 유의성은 95% 유의수준의 Paired Samples T-test로 검증하였다.

Ⅲ. 실험결과

반복 측정된 전체적인 전기 전도도의 변화는 Fig. 2와 같다. 각 실험군간의 차이가 없이 전도도의 변화양태가 유사해 보인다.

와동형성 전/후의 변연누출도(전기 전도도)는 Table 2와 같다. 와동형성 전의 각 군간 유의성 평가에서 p-value가 0.686이며 형성 후는 0.680으로 나와 각 실험군에 사용된 우치들간의 차이가 없이 고르게 분포되었음을 알 수 있다. 또한 와동형성 전에 비해 형성 후 전기 전도도가 더욱 커졌음을 알 수 있다.

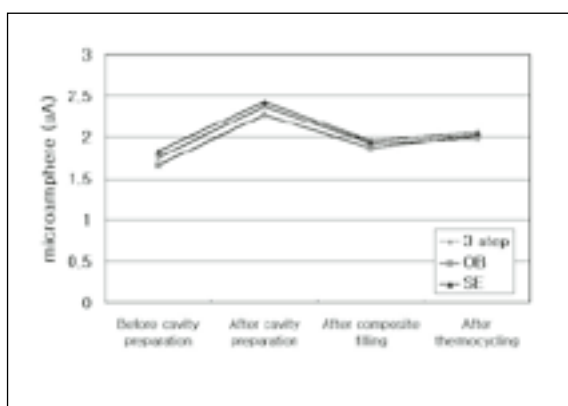


Fig. 2. Changing pattern of microleakage(electric conductivity)

와동이 충전됨에 따라 전기 전도도가 줄었음을 알 수 있으며, 각 군간의 유의차는 0.884로 치면처리에 따른 변연누출도의 차이가 없음을 알 수 있다 (Table 3).

온도변화를 부여한 이후의 변연누출도는 Table 4와 같다. 온도변화에 따라 와동충전 직후에 비해 변연누출이 증가함을 볼 수 있지만 각 군간의 유의차는 0.915로 차이가 없음을 알 수 있다. 그러나 각 군간의 변화량을 비교해보면 군간의 유의차가 0.078로 95% 유의수준에 근접함을 알 수 있다. 다시 말해, 3 step에 비해 self-etching 및 one-bottle 시스템이 온도변화에 대한 저항성이 상대적으로 떨어짐을 볼 수 있다.

Table 2. Microleakage before and after cavity preparation
Mean (S.D.); μA

Groups	No.	Before preparation	After preparation
3 step	10	1.7530 (0.4715)	2.3740 (0.4156)
one-bottle	10	1.6640 (0.3551)	2.2770 (0.3644)
self-etching	10	1.8340 (0.3977)	2.24240 (0.3507)
p-value		0.686	0.680

Table 3. Microleakage after composite filling

		Mean (S.D.); μA	
Groups	No.	After filling	Difference between before and after filling
3 step	10	1.9240 (0.4715)	0.4500 (0.3935)
one-bottle	10	1.8700 (0.3445)	0.4070 (0.1778)
self-etching	10	1.9580 (0.3673)	0.4660 (0.2653)
p-value		0.884	0.897

Table 4. Microleakage after thermocycling

		Mean (S.D.); μA		
Groups	No.	After thermocycling	Difference between before and after thermocycling	Paired t-test (p-value)
3 step	10	1.9880 (0.4426)	0.0640 (0.0664)	0.014 *
one-bottle	10	2.0270 (0.3490)	0.1570 (0.0913)	0.000 **
self-etching	10	2.0590 (0.3318)	0.1010 (0.1033)	0.013 *
ANOVA 결과 (p-value)		0.915	0.078	

*: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$

IV. 총괄 및 고안

현재 사용되고 있는 어떠한 복합레진 시스템도 수복물 주변의 미세 누출을 완벽하게 막아 주지는 못하고 있으며 이에 따라 변연 틈새를 통한 박테리아 침투가 치수 괴사를 일으킬 수도 있다. 실제 임상에서도 냉온반응 등 환자의 자각적인 증상이나 시진 및 방사선학적 검사를 통해 원인 파악을 위해 노력하고 있으나 실제 이러한 증상들과 변연누출의 인과관계를 밝혀낸다는 것은 불가능하며 더군다나 어떠한 임상 증상도 나타나지 않는 경우에는 더더욱 원인 파악이 힘들다 하겠다.

그러나 분명한 사실은 변연누출도가 술후 과민증을 크게 하고 수복물의 내구성에 지대한 영향을 미친다는 것이다. 이에 미세누출을 막으려는 다양한 시도들이 이루어져 왔고 현재도 지속적으로 진행되고 있는 것이다. 이 중 한 방법으로 치질과의 접착력 증진, 특히 상아질과의 접착력 증진을 통해 이를 해결하려는 시도를 들 수 있다. 나아가 작금에는 접착력뿐만 아니라 이러한 치면처리 과정들을 간소화함으로써 진료 시간을 단축시키고 술자에 따른 민감성을 줄여 어느 누가 사용하더라도 유사한 결과를 얻게 하려는 시도들이 행해지고 있다. 한편 이를 위해서는 변연누출도의 정확한 측정이 반드시 선결되어야 한다. 대부분의 미세누출 연구는 수복재와 와벽 사이의 평면적인 분자확산을 추적하는 방식으로 행해진다¹⁴⁾. 이에 다양한 방법들이 사용되고 있으나 본 실험에서는 비파괴적으로 반복적인 측정이 가능한 전기 전도도 측정법을 채택하였다^{9,15,16)}.

치질 접착을 위한 치면 처리는 3 단계, 2 단계, 1 단계의 3종으로 분류되고 있으며 3 단계 처리 시스템은 산부식제를 적용하여 도말층을 제거한 후 프라이머와 접착제를 각각 적용하는 시스템이고, 2 단계 처리 시스템은 산부식제를 적용하여 도말층을 제거한 후 한 용기에 들어있는 프라이머와 접착제의 혼합물을 적용시키는 one bottle 시스템과 산성 단량체와 프라이머의 혼합물을 먼저 적용하여 도말층을 변형 또는 용해시킨 다음 접착제를 도포하는 시스템으로 나누어져 있다. 이들의 구성성분에는 친수성 단량체와 소수성 단량체가 같이 들어 있어 친수성 단량체는 치질에 접착되고, 소수성 단량체는 수복용 복합레진과 결합하는 방식을 채택하고 있다. 1 단계 처리 시스템은 문자 그대로 모든 과정을 한꺼번에 끝내는 방식으로 산부식제, 프라이머, 및 접착제의 혼합물을 한번에 적용시키는 시스템이다. 그러나 이러한 적용방법의 간소화는 앞서 언급한 바와 같이 접착력 저하, 변연누출도 증가 등을 가져 올 수 있는 개연성을 안고 있다.

본 실험에서는 와동형성 전/후의 미세누출도를 측정한 결과를 토대로 각 실험군간에 균일한 우치를 배분하였다. 즉

3 step 시스템은 1.7530(0.4715)/2.3740(0.4156) μA , one bottle 시스템은 1.6640(0.3551)/2.2770(0.3644) μA , self-etching 시스템은 1.8340(0.3977)/2.24240(0.3507) μA 로 통계분석 결과, 각기 0.686/0.680으로 나와 유의차가 없음을 확인하였다.

각각의 수복재로 충전된 직후의 변연누출도를 보면, 3 step 시스템은 1.9240(0.4715) μA , one bottle 시스템은 1.8700(0.3445) μA , self-etching 시스템은 1.9580(0.3673) μA 로 통계분석 결과, 각 군간 유의성이 0.884으로 나와 유의차가 없었다. 즉 충전 직후의 변연누출도에 대한 효과는 3 step, one bottle 시스템, self-etching 시스템이 비슷하다는 것이다. 이러한 결과는 타 연구 결과와 유사하다. 이러한 각각의 레진 시스템에 대한 비교 실험에 있어, Santini와 Mitchell¹⁷⁾은 3 step과 one bottle 시스템 모두 법랑질과 상아질에서 변연누출을 보였으나 재료간 차이는 없었으며 wet bonding과 dry bonding 간에도 차이가 없었음을 보고한 바 있으며 Pilo와 Ben Azar¹⁸⁾도 3 step과 one bottle 사이에 변연누출의 차이가 없다고 하였다.

온도변화 후의 변연누출도는 부가된 열력 때문에 충전직 후 보다 증가된 양상을 보였다. 그러나 변연누출도의 절대치를 보면, 3 step 시스템은 1.9880(0.4426) μA , one bottle 시스템은 2.0270(0.3490) μA , self-etching 시스템은 2.0590(0.3318) μA 로 통계분석 결과, 각 군간 유의성이 0.915으로 나와 유의차가 없음을 보였다. 그러나 온도변화 전/후의 변화량을 비교해보면 3 step 시스템은 0.0640(0.0664) μA , one bottle 시스템은 0.1570(0.0913) μA , self-etching 시스템은 0.1010(0.1033) μA 로 통계분석 결과, 각 군간 유의성이 0.078로 통계상으로는 유의차가 없지만 온도변화에 대해 상대적으로 one bottle 시스템과 self-etching 시스템이 불안정한 모습을 보였다. 이는 Iwami, Yamamoto, Ebisu¹⁹⁾가 주장한 self-etching 시스템인 Clearfil Liner bond 2를 이용한 Clearfil AP-X 수복이 자연치와 유사한 미세 누출을 보인다는 결과와 Besnault와 Attal²⁰⁾의 self-etching 시스템이 3 step 시스템보다 구강내 환경을 재현한 조건에서 더 적은 변연누출도를 보였다는 주장과는 상치된 결과이다.

One bottle 시스템과 self-etching 시스템을 상호 비교한 연구에서는 Santini, Plasschaert, Mitchell²¹⁾이 self-etching 시스템과 one bottle 시스템으로 단일 및 적층 충전하였을 때 법랑질 변연부에서는 미세누출이 없었고, 상아질 변연부에서는 미세누출을 보였지만 재료간 충전 방법간 차이가 없었다고 한 반면, Cardoso 등²²⁾은 법랑질 변연부에서는 self-etching이 one bottle 시스템에 비해 많은 변연누출($P<0.001$)을 보였고, 상아질 변연부에서는 모두 변연누출을 보였으나 일부 one bottle 시스템이 self-etching

시스템보다 우수한 결과를 나타냈다고 보고한 바 있다.

이처럼 각 연구마다 다른 결과를 보이는 요인으로서는 대상 치아, 수복물 변연부의 형태, configuration factor 등을 들 수 있다. 본 실험에서는 치아에 따른 다양성을 줄이고 전염성 질환의 위험을 낮추기 위해²³⁾ 소의 치아를 선택하였다. 수복물의 와연부가 법랑질에만 한정된다면 법랑질의 무기질적 성질로 인해 큰 접착력을 얻을 수 있어 변연누출도는 매우 적게 될 것이다. 그러나 실제 임상에서는 모든 법랑질 변연부 보다는 법랑질과 상아질/백악질이 공존하는 양태가 더 많아 본 실험에서도 이같은 양태를 취했다. 또 한 가지의 요소인 configuration factor도 큰 영향을 미친다. 이는 접착 면적에 대한 비접착 면적의 비율로, 본 실험에서는 2.75 수치의 박스형 와동을 형성하였으며 보다 큰 변연누출도를 유도하기 위해 적층 충전이 아닌 단일 충전을 시행하였다. 이 같은 다양한 요인들로 인해 타 연구 결과와 직접적인 수치 비교는 불가능하므로 상대적인 비교에 그쳐야 한다.

또한 법랑질이나 상아질/백악질 변연부에서의 복합레진 시스템의 변연누출도는 제조회사에 따라 다르다는 보고도 다수 보고되고 있으므로 각각의 상황에 맞는 효율적인 접착제를 선택하는 것이 바람직해 보인다. Pilo와 Ben Azar¹⁸⁾는 제품에 따라 각기 법랑질 또는 상아질에 강한 성질을 보인다고 하였으며, 3M 제품에서는 법랑질의 변연부가 우수함을, Bisco 제품은 상아질 변연부에서 보다 우수함을, Kerr 제품은 법랑질과 상아질에서 비슷한 누출을 보고한 바 있다. Manhart 등²⁴⁾은 9개의 one bottle 재료를 실험한 결과, 변연부의 미세누출도가 다름을 보고했는데 Tenure Quik, Syntac Single-component, Syntac Sprint, Single bond, Prime & Bond 2.1, One Step은 법랑질에 비해 상아질 변연부에서 더 많은 누출도를 보였으며 Optibond solo, Solobond M에서는 법랑질과 상아질에서 비슷하게 우수한 변연 누출도를 나타냈다고 보고하였다. 또 한 가지 주의해야 할 사항들은 실험실에서는 매우 잘 조절된 조건들 속에서 표본들 사이의 차이를 최소화할 수 있지만 실제 구강내에서는 조절되지 않는 많은 요소들 때문에 악영향을 받아 더 취약한 접착력, 물성, 변연누출도를 얻게 될 가능성이 높다는 사실이다.

V. 결 론

본 실험에서는 전기 전도도 측정을 통해 다양한 복합레진 시스템(3 step, one bottle, self-etching)의 변연누출도를 측정하고자 하였다.

박스형 5급 와동형성 후(백악법랑 경계부를 중심으로 4×3×1.5 mm) A3 색상의 각각의 복합레진 시스템을 제조회사의 지시대로 치면 처리 후 단일 충전하였으며, 1 일간 생리 식염수에 보관한 다음 Sof-Lex로 마무리하였다. 수복된

치아를 섭씨 5도와 55도 범위에서 10초씩 담그는 온도변화를 500회 시행하였다. 전기 전도도(μA)는 모두 4회에 걸쳐 측정하였다: 와동형성 전/후, 와동 충전 후, 온도변화 후, 와동형성 전,후와 충전 및 온도변화 후의 각 구간 변연누출도(전기 전도도)의 유의성은 one-way ANOVA test와 95% 유의수준의 Scheff's Post Hoc test를 통해 검증하였으며 충전 및 온도변화에 따른 각 군내 변연누출도 증가의 유의성은 95% 유의수준의 Paired Samples T-test로 검증하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다:

1. 충전후 모든 실험군에서 완전밀폐 없이 변연누출을 보였지만 치면처리 단계에 따른 유의한 차이는 보이지 않았다.
 2. 온도 변화에 따라 각 군내에서는 변연누출도의 변화량에서는 유의한 증가를 보였으나 ($p < 0.05$), 치면처리 단계에 따른 유의차는 없었다.
 3. 유의차는 없었지만 ($p = 0.078$), 3 단계 처리군에 비해 one bottle 시스템 및 self-etching 시스템이 온도에 따라 불안한 변연폐쇄 양태를 보였다.
- 이상의 결과로 미루어볼 때, 치면처리 단계의 축소로 인한 다양한 임상적인 이점을 가져올 수는 있으나 온도 변화에 따른 불안정한 변연누출도를 보이는 one bottle 시스템 및 self-etching 시스템의 사용은 보다 많은 주의를 요하며 이 같은 단점을 보완하기 위해 보다 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

1. Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. *J Dent Res* 1965;44(5):895-902.
2. Wieczkowski G, Joynt RB, Davis EL, Yu XY and Cleary K. Leakage patterns associated with glass-ionomer-based resin restorations. *Oper Dent* 1992;17(1):21-25.
3. Rees JS and Jacobsen PH. The current status of composite materials and adhesive systems. 6: Techniques for indirect placement. *Restorative Dent* 1991;7(1):21-23.
4. Dumsha T and Biron G. Inhibition of marginal leakage with a dentin bonding agent. *J Dent Res* 1984;63(10):1255-1257.
5. Going RE. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Am Dent Assoc* 1972;84:1349-1357.
6. Gordon M, Plasschaert AJM and Stark MM. Microleakage of several tooth-colored restorative materials in cervical cavities. a comparative study in vitro. *Dent Mater* 1986;2:228-231.
7. Douglas WH, Chen CJ and Craig RG. Neutron activation analysis of microleakage around a hydrophobic composite restorative. *J Dent Res* 1980;59(9):1507-1510.
8. Nelsen RJ, Woldott RB and Paffenbarger GC. Fluid

- exchange at the margins of dental restorations. *J Am Dent Assoc* 1952;44:288.
9. Martinez CR and Greener EH. Utilization of electrical conductivity as an alternative method of assessing marginal leakage of pit and fissure sealants. *J Oral Rehabil* 1976;3(1):69-74.
 10. Marshall GW. Dentin: Microstructure and characterization. *Quint Int* 1993;24:606-617.
 11. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-853.
 12. Croll TP and Helpin ML. Use of self-etching adhesive system and compomer for splinting traumatized incisors. *Pediatr Dent* 2002;24(1):53-56.
 13. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C and Meyer JM. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent* 2001;29(1):55-61.
 14. Kemp-scholte CM and Davidson CL. Complete marginal seal of Class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res* 1990;69:1240-1243.
 15. Nakano Y. A new electrical testing method on marginal leakage of composite resin restorations. *Japanese Journal of Conservative Dentistry* 1985;28:1183-1198.
 16. Verdonshot EH, Rondel Pand Huysmans MC. Validity of electrical conductance measurements in evaluating the marginal integrity of sealant restorations. *Caries Res* 1995;29: 100-106.
 17. Santini A and Mitchell S. Microleakage of composite restorations bonded with three new dentin bonding agents. *J Esthet Dent* 1998;10(6):296-304.
 18. Pilo R and Ben-Amar A. Comparison of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J Prosth Dent* 1999;82:209-213.
 19. Iwami Y, Yamamoto H and Ebisu S. A new electrical method for detecting marginal leakage of in vitro resin restorations. *J Dent* 2000;28:241-247.
 20. Besnault C and Attal JP. Influence of a simulated oral environment on microleakage of two adhesive systems in Class II composite restorations. *J Dent* 2002;30:1-6.
 21. Santini A, Plasschaert AJ and Mitchell S. Effect of composite resin placement techniques on the microleakage of two self-etching dentin-bonding agents. *Am J Dent* 2001;14(3):132-136.
 22. Cardoso PE, Placido E, Francci CE and Perdigão J. Microleakage of Class V resin-based composite restorations using five simplified adhesive systems. *Am J Dent* 1999;12:291-294.
 23. Reeves GW, Fitchie JG, Hembree JH and Puckett AD. Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth. *Operative Dentistry* 1995;20(6): 230-235.
 24. Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K and Hickel R. Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. *J Dent* 2001;29:123-130.

신 동 훈

단국대학교 치과대학 교수

충남 천안시 신부동 단국대학교 치과대학 보존과

Tel : 041-550-1965 Fax : 041-550-1965

E-mail : donyushin@dankook.ac.kr