

유치 치경부 와동 Compomer 수복에 있어서의 산부식시간에 따른 미세누출에 관한 연구

김성기 · 정태성 · 김 신

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

유치의 치경부 와동 compomer 수복물에 있어서의 산부식 시간에 따른 미세누출의 정도를 평가할 목적으로, 48개의 발거된 유구치의 협설면에 V급 와동을 형성하고 사용된 compomer와 산부식 시간에 따라 6개의 군으로 나누어 각각 0, 15, 30초간 산부식한 후, 제조사의 지시에 따라 수복하였다. 각 군의 색소침투도를 stereomicroscope를 사용하여 관찰하고 미세누출의 정도를 판정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 와동을 산부식 처리를 하지 않는 경우보다 산부식 처리를 하는 경우 미세누출이 감소되었다($p < 0.05$).
2. 15초간 산부식을 하는 경우와 30초간 산부식을 한 경우에 미세누출의 방지 정도는 유사하였다($p > 0.05$).
3. 연구에 사용된 두 종류의 compomer 간에 각 군에서의 미세누출의 차이는 없었다($p > 0.05$).

이상의 결과에 의하면, 유치 치경부와동의 compomer 수복에 있어서 미세누출을 최소화하기 위해서는 산부식처리를 하는 것이 효과적이며, 시행할 경우에는 15초간 시행하는 것이 적합할 것으로 사료되었다.

주요어 : compomer, 산부식시간, 미세누출, 유치

I. 서 론

1972년 처음 개발된 글래스 아이오노머 시멘트는 범랑질과 상아질에 직접 접착되는 성질과 불소 유리능 등의 장점을 가지고 있으나, 물리적 성질에 다소의 문제가 있어 제한적으로 사용되어 왔다¹⁾. 이러한 단점을 해결할 목적으로 글래스 아이오노머 시멘트에 레진 성분을 첨가한 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트가 개발되었다. 이 재료는 산염기 반응에 의한 글래스 아이오노머의 경화반응 뿐 아니라, 가시광선에 의한 methacrylate group의 중합반응도 일어난다²⁾. 이러한 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트에 의해 화학 중합형 글래스 아이오노머 시멘트의 단점인 경화 초기의 감수성(感水性)이 개선되었고, 물리적 성질도 향상되었다³⁾.

복합레진은 물리적 특성과 심미성의 측면에서 여타 접착성 수복재에 비해 많은 장점을 가지고 있다. 그러나 복합레진의 가장 큰 단점으로, 재료의 중합수축에 의해 발생될 수 있는 변연부의 미세누출은 화학중합형이나 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트에 비해 크게 나타난다. 이러한 이유로 복합레진의 성분에 글래스 아이오노머의 성분을 혼합한 compomer가 개발되었다.

1990년대 초반에 소개된 compomer는 resin matrix 내의

acidic polymerizable monomer와 reactive fluoride glass를 포함하고 있어 복합레진과 글래스 아이오노머 시멘트의 성질을 겸비한 재료이다^{4,5)}. 이러한 성질을 가진 compomer는 글래스 아이오노머 시멘트에 비해 심미성이 보강되었으며, 물리적 강도와 내마모도 등의 물성이 향상되었고 지속적으로 불소를 방출하여 복합레진의 단점을 극복하였다⁶⁾. Compomer는 다른 polyelectrolyte와 유사한 functional group을 함유하고 있기 때문에 범랑질과 상아질에 산부식 없이도 부착될 수 있어 시술 시간이 단축되고 환자의 불편감을 감소시킬 수 있다^{4,5)}. 최근 들어 compomer는 영구치의 III, V급 와동이나 치경부의 침식, 파절된 치아의 임시 수복, sandwich technique, 유구치의 I, II급 와동의 수복에 널리 사용되고 있다⁶⁾. 특히, 복합레진과 유사한 심미성, 간편한 술식, 혼합이 필요 없는 점, 광중합이 가능한 점 등으로 인해 유치열의 수복치료에서 활용도가 높아지고 있으며, 아말감을 대체할 수 있는 수복재로 평가받고 있다^{7,8)}.

수복치과학 분야의 최근의 발달에도 불구하고 접착성 심미 수복재는 아직까지 많은 문제점들을 가지고 있으며, 그 중 미세누출이 가장 큰 단점이라고 할 수 있다. 미세누출이란 와동벽과 와동에 적용된 수복물 사이에 세균, 타액, 분자나 이온이 침투할 수 있는, 임상적으로 인지가 불가능한 틈을 말한다⁹⁾. 수복물의 성패를 결정하는 기준 중에서 치질과 수복재간의 긴밀한 접

합은 치아 외형을 회복하고 외부 자극으로부터 치수를 보호하며, 이차우식증이나 지각과민을 예방할 수 있다¹⁰⁾. 그러나, 치질과의 완벽한 접합을 이루지 못 하여 미세누출이 발생하면 이러한 미세누출을 통해 타액이나 미생물이 와동 내로 침투하게 되어 수복물의 파괴, 이차우식증과 변연부 변색, 슬후 과민증 등이 일어나고 심할 경우 치수에 병변을 일으켜 수복물이 실패하게 되는 원인이 된다^{9,10)}. 이러한 미세누출의 발생 원인으로서는 변연 파절, 계면 압력의 변화, 모세관 현상, 그리고 치질과 다른 재료가 온도 변화에 따라 수축과 팽창 정도가 다르기 때문이라고 할 수 있다¹¹⁾.

이러한 미세누출을 감소시키기 위한 많은 연구 중에서 1955년 Buonocore¹²⁾에 의해 개발된 산부식법은 치질을 부식시켜 기계적 결합을 유도하여 미세누출을 감소시키게 되었다^{10,13)}. Compomer는 치질에 직접 접착하는 성질을 가지고 있으므로^{4,5,14,15)} 와동에 적용하기 전에 산부식을 할 필요는 없으나, 여러 연구^{4,14-19)}에서 와동형성후 인산으로 전처리함으로써 미세누출을 감소시키며 결합력을 증가시킬 수 있음이 보고된 바 있다.

미세누출을 방지하기 위한 산부식제의 종류나 처리시간에 관해서는 많은 연구가 있어 왔다²⁰⁻²⁸⁾. Nordenvall 등²⁹⁾과 Barkmeier 등²¹⁾의 연구에서는 60초간 산부식을 하는 것보다 15초간 시행하는 것이 더 효과적이라고 보고되었고, Crim 등³⁰⁾은 법랑질에 대한 복합레진의 미세누출의 정도는 37% 인산으로 15초간 적용하는 것이 가장 효과적이라고 보고하였다. 그러나, compomer의 미세누출을 감소시키기 위한 산부식제의 처리시간에 관한 연구는 아직까지 보고된 바가 없었다. 따라서, 본 연구에서는 compomer 수복에 있어서 와동의 산부식 시간에 따른 미세누출의 정도를 평가할 목적으로, 유치 V급 와동에서 인산의 처리시간을 달리 하여 최근에 임상에서 흔히 사용되는 2종의 compomer를 수복하고 분석하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구재료

48개의 발거된 유구치를 사용하였으며, 작은 우식 병소나 충

전물은 와동 형성 과정에서 제거하였다. 임의로 선택된 치아들은 사용된 compomer와 산부식 시간에 따라 6개의 군으로 나누고 각 군마다 8개의 유구치를 사용하였다.

제 1 군 : Dyract AP without etching

제 2 군 : Dyract AP+15초 etching

제 3 군 : Dyract AP+30초 etching

제 4 군 : F2000 without etching

제 5 군 : F2000+15초 etching

제 6 군 : F2000+30초 etching

Compomer 수복재료는 DyractTMAP(Dentsply®, Kantsanz, Germany)와 3MTMF2000 compomer restorative (3MTM Dental Products, St. Paul, U.S.A.)를 사용하였고, 산부식제로는 37% 인산(BiscoTM, Schumburg, U.S.A.)을 사용하였다(Table 1).

2. 연구방법

발거된 유구치는 curette을 사용하여 부착된 연조직을 제거하고 pumice와 prophylaxis brush를 사용하여 세척하였다. 세척된 치아들은 실온의 생리 식염수에 보관한 후, 고속 hand-piece에 No. 330 bur를 사용하여 주수하에서 협설면 치경부에 가로 3±0.2mm, 교합-치는 1.5±0.2mm, 깊이 1.5±0.2mm의 와동을 형성하고 저속용 No. 700 carbide bur를 사용하여 모든 와벽을 평활하게 하였다. 와동 형성이 끝난 후, 다음의 과정에 따라 각각의 치아를 충전하였다.

1) 제 1 군

형성된 와동을 증류수로 15초간 세척한 후, 3초간 air-syringe를 적용하여 표면을 'wet' 한 상태로 유지한다. Prime & BondTM 2.1 adhesive (Dentsply®)를 전와동에 도포하고 20초간 유지를 한 후, air를 5초간 사용하여 과량을 제거하여 와동의 표면에 광택을 가지게 한다. 그 후 광중합기(Curing Light XL3000, 3MTM Dental)로 10초간 광조사하고, Dyract AP를 와동에 2회 적층법으로 충전하고 각각 40초씩 광중합하였다.

Table 1. Composition of materials used in this study

material	composition	adhesive	manufacturer
Dyract AP	UDMA	Prime & Bond 2.1:	Dentsply International
	TCB monomer strontium-fluoro-silicate glass photoinitiator stabilizer	PENTA acetone elastomeric resin photoinitiator	
F2000	CDMA oligomer	Primer/Adhesive:	3M Dental
	GDMA FAS glass colloidal silica CPQ/amine	HEMA methacrylated polycarboxylic acid water maleic acid photoinitiator	

Table 2. Degree of dye penetration

등급	평가기준
0	색소 침투가 없는 경우
1	색소 침투가 법랑질에 국한된 경우
2	색소 침투가 법랑질을 지났으나 치수벽까지는 침투하지 않은 경우
3	색소 침투가 치수벽까지 침범한 경우

2) 제 2 군

형성된 와동에 37% 인산을 15초간 적용한 후, 15초간 증류수로 세척하고 3초간 air-syringe를 적용하여 표면을 'wet' 한 상태로 유지한다. 이후의 충전과정은 제 1 군의 처리와 같다.

3) 제 3 군

형성된 와동에 37% 인산을 30초간 적용한 후, 15초간 증류수로 세척하고 3초간 air-syringe를 적용하여 표면을 'wet' 한 상태로 유지한다. 이후의 충전과정은 제 1 군의 처리와 같다.

4) 제 4 군

형성된 와동을 증류수로 15초간 세척한 후, 3초간 air-syringe를 적용하여 표면을 'wet' 한 상태로 유지한다. 3M™Cliker™ Dispensing System(3M™ Dental)을 사용하여 3M™F2000 Primer/Adhesive(3M™ Dental)를 와동에 적용하고 30초간 기다린다. 이후 5~10초간 air를 적용하여 표면에 얇은 막이 형성되도록 하고 광중합기를 사용하여 10초간 광중합한다. F2000을 와동에 2회 적층법으로 충전하고 각각 40초씩 광중합하였다.

5) 제 5 군

형성된 와동에 37% 인산을 15초간 적용한 후, 15초간 증류수로 세척하고 3초간 air-syringe를 적용하여 표면을 'wet' 한 상태로 유지한다. 이후의 충전과정은 제 5 군의 처리와 같다.

6) 제 6 군

형성된 와동에 37% 인산을 30초간 적용한 후, 15초간 증류수로 세척하고 3초간 air-syringe를 적용하여 표면을 'wet' 한 상태로 유지한다. 이후의 충전과정은 제 5 군의 처리와 같다.

중합이 끝난 후 과량의 수복물을 green stone으로 제거하고,

Table 3. Assessment of microleakage by depth of dye penetration

Degree	0	1	2	3	Sum
Group 1	10	2	2	2	12
2	13	1	1	1	6
3	13	2	1	0	4
4	7	8	0	1	11
5	13	2	1	0	4
6	11	4	1	0	6

Sof-Lex™ polishing disk(3M™ Dental)로 수복물의 변연을 연마한다. 이후 치아는 실온의 생리 식염수에 24시간 동안 보관한다. 실험 치아를 5±5℃와 55±5℃의 수조에서 각각 1분씩 교대로 100회의 thermal change를 시행하였으며, interval time은 1분으로 하였다. 그 후 실험 치아의 노출된 치수부위를 utility wax로 sealing하고 와동의 충전물 변연 1mm를 제외한 나머지 부분은 nail varnish를 도포하여 건조시켰다.

실험 치아들을 0.5%, 37℃의 basic fuchsin에 24시간동안 담근 후 제거하여 흐르는 물에 세척하고 여분의 색소와 utility wax를 제거한다. 그 후 주수하에서 carborundum disk를 사용하여 치아의 장축과 평행하게 수복물의 중앙을 절단하고 절단된 표본의 치은 변연에서 색소 침투 정도를 stereomicroscope(Olympus, Japan, ×50)를 사용하여 관찰하고, Table 2의 기준에 따라 색소 침투의 정도를 판정하였다.

3. 통계 분석

각 군에서 미세누출의 정도에 대한 유의성을 검증하기 위해 유의수준 0.05에서 이원분산분석법(two-way ANOVA)을 사용하였고, 평균치 사후검정은 Duncan's multiple range test를 사용하였다.

Ⅲ. 연구성적

48개의 유구치 협설면에 96개의 V급 와동을 형성하고 com-pomer의 종류와 산부식 시간에 따라 6개의 군으로 나누어 미세누출의 정도를 관찰하여 Table 3과 같은 결과를 얻었다.

색소의 침투 정도는 산부식 처리를 하지 않은 제 1 군과 제 4 군에서 높게 나타났으며(p<0.05, Table 3-5), 15초와 30초동안 산부식 처리를 한 제 2 군과 제 3 군, 제 5 군과 제 6 군 사이에는 유의한 차이가 없었다(p>0.05, Table 4, 5). 또한, Dyract AP를 사용한 제 1, 2, 3 군과 F2000을 사용한 제 4, 5, 6 군간에도 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>0.05).

Table 4. Result of two-way ANOVA and Duncan's multiple range test in Dyract AP (p<0.05)

group	1	2	3
1			
2	*		
3	*	-	

Table 5. Result of two-way ANOVA and Duncan's multiple range test in F2000 (p<0.05)

group	4	5	6
4			
5	*		
6	*	-	

IV. 총괄 및 고찰

Compomer의 임상 증례에 관한 최근의 연구에서, Papagiannoulis 등³¹⁾은 compomer의 탈락율이 유치에서 아말감 수복물의 탈락율과 유사하며^{32,33)}, 전통적인 글래스 아이오노머 시멘트 수복물보다 유지율이 높게 나타남^{32,34-36)}을 보고하였다. 또한, 이차 우식의 발생율은 전통적인 글래스 아이오노머 시멘트 수복물보다는 높았으나, 아말감이나 cermet cement보다는 낮다^{37,38)}고 보고하였다. Priti 등³⁹⁾은 영구치 V, III급 와동의 수복에서 compomer를 사용하여 3년간 관찰하여 양호한 결과를 얻었으며, 유치열에서의 compomer 수복물을 1년간 관찰한 Peters 등⁴⁰⁾과 Hse 등³⁾의 연구와, 3년간 관찰한 Roeters 등⁴¹⁾의 연구에서도 compomer는 유치의 수복에 적절한 재료라고 보고되었다.

본 연구에서 사용된 두 종류의 compomer 중, Dyract AP는 두 가지 resin 성분인 UDMA (urethane dimethacrylate)와 TCB(butane tetracarboxylic acid) monomer에 strontium-fluoro-silicate glass, strontium fluoride, photo initiator, stabilizer를 포함하고 있다. 초기 경화 과정은 복합레진에서와 같이 methacrylate group을 통해서 monomer가 광중합되어 발생한다. 주위에 수분이 있는 경우에 글래스 아이오노머 반응도 발생하여 불소를 유리하고 polymer의 교차결합(cross-linking)을 형성한다. 경화과정동안 TCB monomer의 carboxylic acid group이 다른 polyelectrolyte와 유사하게 반응하여 산부식 없이 치질에 직접 접촉될 수 있도록 한다^{4,42)}.

Dyract AP의 제조자가 추천하는 상아질 접착제는 Prime & Bond 2.1이다. Prime & Bond 2.1은 acetone-based solvent system이어서 수분을 대신하여 PENTA(dipentaerythritol penta acrylate monophosphate)와 소수성 resin을 상아질의 깊은 곳까지 이동시킨다. 이런 유기용매(acetone)는 치면의 젖음성을 증가시키고 상아질로 resin이 더 쉽게 침투할 수 있도록 하여, 다른 composite adhesive system에서와 같이 hybrid layer를 형성한다. 소수성 resin은 수분의 흡수를 최소화 하여 hybridized dentin structure 전체를 강화시킨다. 일부 water-based solvent는 수분을 흡수하는 resin을 필요로 하여 결합을 약화시킬 수도 있다. 이 결합제에 포함되어 있는 elastomeric resin은 교합력을 많이 받는 곳에서 충격흡수제로 작용하며, 접착제와 치아의 경계부에서 중합 수축을 흡수하도록 도와준다. 광중합을 하여 빠른 시간내에 중합이 이루어질 수 있도록 photo initiator도 포함되어 있다⁴³⁾.

이 연구에서 사용된 또 다른 compomer인 F2000 compomer는 FAS(fluoroaluminosilicate) glass와 colloidal silica, CDMA oligomer(citric acid에서 유도된 dimethacrylic functional oligomer), GDMA(glyceryl dimethacrylate라고 알려진 hydroxypropylene dimethacrylate), hydrophilic polymer와 CPQ/amine으로 구성되어 있다. FAS glass는 입자의 크기가 3 μ m에서 최대로 10 μ m이며, 이런 입자 크기의 분포와 첨가된 colloidal silica로 인해 paste가 조작하기 편리하게

된다. 이 FAS glass는 전체 무게의 84%를 차지하며 filler로서 작용을 하고, 불소유리의 source가 된다.

나머지 부분이 이 재료의 레진 부분을 구성한다. CDMA oligomer(acidic hydrophilic matrix former)는 methacrylated polycarboxylic acid와 성분과 기능에서 유사하며, 다른 재료에 포함되어 있는 CDMA oligomer에 비교해서 분자량이 작기 때문에 resin matrix의 교차결합을 더 많이 형성할 수 있다. GDMA(hydroxypropylene dimethacrylate)는 HEMA(hydroxyethyl methacrylate)와 화학적 구조나 기능 면에서 유사하여, F2000을 친수성으로 만들어주고 oligomer와 함께 copolymer를 형성하며, CDMA의 회색제 역할을 한다. GDMA는 또한 구강내에서 수분을 흡수하고 불소를 전달하는 역할을 한다. 이 GDMA는 유동적이면서도 큰 polymer이기 때문에, paste의 조작성을 향상시키는데 도움을 준다. Resin에서와 같이 광조사에 의해서 중합이 개시되도록 하는 initiator system인 CPQ/amine도 포함되어 있다. 또한 colloidal silica는 dispersing agent로 작용한다.

F2000의 제조자가 추천하는 상아질 접착제인 F2000 Primer/Adhesive는 HEMA (hydroxyethyl methacrylate)와 methacrylated polycarboxylic acid, 수분과 ethanol, photoinitiator로 구성되어 있으며, 2.5%의 maleic acid를 포함하고 있다. 이 재료는 상아질과 법랑질에 적절하게 부착될 수 있는 acidic, hydrophilic, polymerizable material이다.

복합레진은 내마모성, 색채 안정성, 높은 물리적 강도와 심미성이 탁월하여 글래스 아이오노머로 수복할 수 없는 부분이나 심미성이 요구되는 부분에 주로 사용된다. 그러나 상아질 접착제의 상당한 발전에도 불구하고, 복합레진은 중합 수축에 의해 contraction gap이 발생하여 미세누출이 유발되는 단점을 가지고 있다.

글래스 아이오노머 시멘트는 산염기 반응에 의한 결합으로 치질에 밀착할 수 있기 때문에, 이런 특성으로 인해 복합레진에 비해 미세누출을 감소시킬 수 있는 것으로 보고되었다. 1990년 Mathis 등⁴⁴⁾은 글래스 아이오노머 시멘트가 치질과 화학적 결합을 형성하여 미세누출이 감소된다고 보고하였으며, 1993년 Sidhu⁴⁵⁾는 글래스 아이오노머 시멘트가 초기에 느린 속도로 산염기 반응을 하여 교차결합(cross-linking)을 형성하며, 이런 느린 속도의 중합이 수복물 내에서 응력을 완화시키는 작용을 하여 미세누출을 감소시킨다고 보고하였다.

Compomer의 미세누출에 관해서는, Brackett 등¹⁵⁾, Toledano 등⁴⁶⁾의 연구에서 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트인 Vitremer, Fuji II LC와 compomer인 Dyract의 미세누출을 관찰한 결과, 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트보다 compomer에서 미세누출이 더 많이 관찰되었으나 유의한 차이는 나타나지 않았다.

여러 연구에서 보이듯이 치질과 직접 접촉하는 성질을 가진 글래스 아이오노머의 성분이 많을수록 미세누출이 감소될 수 있음을 알 수 있다. 즉, 전통적인 글래스 아이오노머 시멘트에 복합레진의 성분을 가미한 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트에 비해, 복합레진의 성분에 글래스 아이오노머 시멘트의

glass 성분을 첨가한 compomer가 통계적으로 유의성은 없으나 좀 더 많은 미세누출을 보인다고 할 수 있다.

유치에서는 일반적으로 영구치에 비해 수복재의 미세누출이 더 빈발하는 것으로 보고되고 있다. Fuks 등⁴⁷⁾에 따르면, 유치의 V급 와동에서 변연의 미세누출이 영구치에 비해 더 흔히 보이는 이유로서, 유치에서의 법랑소주의 주행방향이 영구치에 비해 치경부 근처에서 수평방향이나 교합면 쪽으로 경사되어 있는 경우가 많음을 지적하였다⁴⁸⁾. 특히 유치의 치은 변연에서는 법랑질의 두께가 얇으며⁴⁹⁾, Gwinnett⁵⁰⁾은 유치의 치경부에는 법랑소주가 치면까지 닿지 않기 때문에 치경부 법랑질의 최외층에 법랑소주의 구조가 나타나지 않는 무정형법랑질층(prismless enamel layer)이 30 μ m 정도의 띠모양으로 분포되어 있어서⁴⁸⁾, 산부식을 하는 경우 무정형 산부식형태(aprismatic etch pattern)를 보여 미세누출이 더 많이 발생한다고 보고하였다. 유치에서 영구치보다 미세누출이 많이 발생한 또 다른 이유로는 유치와 영구치에서의 재료에 대한 부착력의 차이라고 할 수 있다.

Compomer는 전술한 바와 같이, 법랑질과 상아질에 직접 접착될 수 있기 때문에^{4,5,14,15)}, 와동에 산부식 처리를 하지 않아도 치질과 적절한 결합을 이룰 수 있다고 한다. 그러나 compomer에서 수분이 존재하는 경우에 발생하는 글래스 아이오노머 시멘트의 산염기 반응은 제한적이어서, 제조자는 와동을 산부식 처리하는 것을 optional step으로 추천하고 있다. Berg⁷⁾는 유치의 법랑질은 영구치에 비해 광화된 정도가 다소 떨어지기 때문에 compomer를 산부식 없이 사용하는 것이 가능하나, 영구치의 경우에서는 환자가 협조적이고 산부식, 수세, 건조할 시간이 충분하다면 산부식을 고려해야 한다고 주장하였다.

Compomer의 수복에 있어서 와동 형성후 전처리과정에서 산부식처리를 하면 결합력이 상당히 증가됨은 이미 많은 문헌에서 보고되어 온 사실이다^{14-19,51)}. 그러나 compomer 수복재의 전처리에 따른 미세누출의 차이에 대해서는 Kugel 등⁴⁾과 Ferrari 등¹⁴⁾, 그리고 Tyas⁵²⁾의 연구와 국내에서 임 등¹¹⁾의 연구 외에는 미미한 실정이며, 특히 유치의 미세누출에 관한 연구는 전무하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 복합레진의 결합력과 미세누출의 방지를 위해 가장 효과적^{20-28,30)}이라고 보고된 37% 인산을 사용하여 영구치의 V급 와동에서 compomer 수복물의 전처리시간에 따른 미세누출의 정도를 평가해 보았다. Dyract AP와 F2000 두 종류의 시판되는 compomer 수복재를 사용하였으며, 제조자의 지시대로 산부식 처리를 하지 않은 군과 37%의 인산으로 15초, 30초간 산부식 처리를 한 6개의 군에서 미세누출의 정도를 평가하였다. 연구 결과, 다른 보고에서와 마찬가지로 산부식 처리를 하지 않은 군인 제 1군과 제 4군에서 다른 군들에 비해 유의할 만한 수준으로 미세누출이 더 많이 발생했으며, 15초간 산부식 처리를 한 제 2군과 제 5군의 미세누출의 정도는 30초간 산부식 처리를 한 제 3군과 제 6군의 미세누출의 정도와 유사한 수준을 보였다. 즉, compomer 수복에 있어서 산부식 처리를 하는 것이 하지 않는 경우보다 미세누출을 방지할 수 있으며

15초간 전처리를 하는 경우와 30초간 전처리를 하는 경우에 미세누출의 방지 정도가 유사하였으므로 15초 동안 산부식 처리를 하는 것이 시간적으로 더 효과적일 것으로 생각되었다.

본 연구에 사용된 두 가지 compomer인 Dyract AP와 F2000은 기본적인 조성에서 큰 차이점을 보이지 않는다. 통상의 compomer를 구성하는 resin matrix내의 acidic polymerizable monomer와 reactive fluoride glass로 첨가된 성분들은 제조자에 따라 약간의 차이는 있으나, 그 기능에 있어서는 기본적으로 동일하다고 할 수 있다. 그러나, 두 가지 compomer에서 사용되는 결합제인 Prime & Bond 2.1과 Primer/Adhesive는 구성 성분에서 다소의 차이를 보인다. Prime & Bond 2.1은 기본적으로 acetone-based solvent system으로 수분을 대신하는 PENTA를 함유하고, acetone이 치면의 젖음성을 증가시켜 상아질로 resin이 더 쉽게 침투할 수 있도록 하며 소수성 resin이 수분의 흡수를 최소로 하여 hybridized dentin structure 전체를 강화시킨다⁴⁰⁾.

반면, F2000의 Primer/Adhesive는 water-based adhesive system으로 구성되어 있다. Side A에는 HEMA와 methacrylated polycarboxylic acid, 수분 등이 포함되어 있으며, side B에는 maleic acid와 수분을 포함하고 있다. 이 재료에서 도말층 제거와 부식 작용은 2.5%의 maleic acid에 의해서 이루어지며, 다른 성분들이 산부식이 된 후 부식된 면을 침투, 중합하여 기계적인 결합을 이루게 된다⁶⁾. 제조자에 따르면 이 접착제는 F2000 compomer에만 사용할 수 있으며, 복합레진의 접착 시에는 다른 상아질 접착제를 추천하고 있다.

본 연구의 결과를 살펴보면 Dyract AP를 사용한 제 1, 2, 3군과 F2000을 사용한 제 4, 5, 6군간에 유의한 차이는 없다고 할 수 있다. Compomer 수복에 있어서 와동형성후 산부식 처리를 하여 결합력의 증가와 미세누출의 감소를 보고한 대부분의 연구에서 사용된 compomer는 Dyract였으며, 본 연구의 결과에서도 다른 연구보고와 같은 결과를 얻었다. 또한, 보다 최근에 개발된 F2000도 역시 산부식제를 전처리하는 경우 Dyract AP의 경우와 같은 효과를 가진다고 할 수 있으며, 각각의 adhesive system의 차이에도 불구하고 미세누출의 방지효과에는 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 즉, Primer/Adhesive에 포함된 2.5%의 maleic acid는 도말층을 제거하고 치질을 부식시켜 compomer와 치질의 결합에 큰 역할을 하나, 부가적으로 37%의 인산을 전처리하는 것이 미세누출을 방지하기 위해 좀 더 효과적이라고 할 수 있다.

이상의 결과를 토대로 볼 때, compomer를 사용한 유치의 V급 와동을 수복하는 경우 수복전에 와동을 37% 인산으로 산부식처리하는 것이 미세누출을 방지하기 위해 좋은 방법이며, 15초간 산부식 처리하는 것이 30초간 산부식 처리하는 것과 유사한 정도의 미세누출 방지효과를 보여, 시간적으로 더 효율적이라 할 수 있다. 또한, 비교한 두 종류의 compomer 수복재는 산부식 처리를 하는 경우 유사한 정도로 미세누출을 방지할 수 있다.

Compomer는 비교적 최근에 개발되어 그 특성이나 장단점, 임상에서의 효능 등에 관해서는 아직 연구가 부족한 실정이다.

본 연구에서는 가장 효과적인 산부식제로 인산을 사용하였으나, 그 외에 다른 산부식제에 대한 미세누출의 방지효과에 대한 연구와, 유치에서 이러한 산부식제를 사용하는 경우 치수에 대한 위해작용 등은 앞으로의 연구가 필요한 부분이라고 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 유치 치경부 와동 compomer 수복물에 있어서의 산부식 시간에 따른 미세누출의 정도를 평가할 목적으로, 48개의 발거된 유구치의 협설면에 V급 와동을 형성하고 사용된 compomer와 산부식 시간에 따라 6개의 군으로 나누어 각각 0, 15, 30초간 산부식한 후, 제조자의 지시에 따라 수복하였다. 각 군의 색소침투도를 stereomicroscope를 사용하여 관찰하고 미세누출의 정도를 판정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 와동을 산부식 처리를 하지 않는 경우보다 산부식 처리를 하는 경우 미세누출이 감소되었다($p < 0.05$).
2. 15초간 산부식을 하는 경우와 30초간 산부식을 한 경우에 미세누출의 방지 정도는 유사하였다($p > 0.05$).
3. 연구에 사용된 두 종류의 compomer 간에 각 군에서의 미세누출의 차이는 없었다($p > 0.05$).

이상의 결과에 의하면, 유치 치경부 와동의 compomer 수복에 있어서 미세누출을 최소화하기 위해서는 산부식처리를 하는 것이 효과적이며, 시행할 경우에는 15초간 시행하는 것이 적합할 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

1. Wilson AD, Kent BE : A new translucent cements for dentistry, the glass ionomer cement. Br Dent J 132:133-135, 1972.
2. Uno S, Finger WJ : Effect of cavity design on microleakage of resin-modified glass ionomer restorations. Am J Dent 10:32-35, 1997.
3. Fritz UB, Finger WJ, Uno S : Resin-modified glass ionomer cement. Dent Mater 12:161-166, 1996.
4. Kugel G, Perry RD, Hoang E, et al. : Dyract compomer: Comparison of total etch vs. no etch technique. Gen Dent 606-608, 1998.
5. Duke ES : New compomer restorative materials: Background and indications. Contemporary Esthet Rest Pract 5:88-96, 1998.
6. 3M™ F2000 Compomer Restorative System. Technical product profile. 3M Dental. 1999.
7. Berg JH : The continuum of restorative materials in pediatric dentistry—a review for the clinician. Pediatr Dent 20:93-100, 1998.
8. Hse RM, Wei SH : Clinical evaluation of compomer in primary teeth: 1-year results. J Am Dent Assoc

- 128:1088-1096, 1997.
9. Castelnovo J, Tjan AHL, Liu P : Microleakage of multi-step and simplified-step bonding systems. Am J Dent 9:245-248, 1996.
10. 박광수, 조영곤, 황호길 : 수중 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 미세누출에 관한 연구 : 대한치과보존학회지 20:721-731, 1995.
11. 임재훈, 조용범 : 제 2 급 와동에 충전된 Compomer의 미세누출에 관한 연구. 대한치과보존학회지. 24:346-355, 1999.
12. Bastos PAM, Retief DH, Brandley EL, et al. : Effect of etch duration on the shear bond strength of a microfill composite resin to enamel. Am J Dent 1:132-157, 1988.
13. 박진영, 조영곤 : V급 와동에서 심미성 수복재의 충전 방법에 따른 변연누출에 관한 실험적 연구. 대한치과보존학회지 15:217-224, 1990.
14. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, et al. : Sealing ability of two "compomers" applied with and without phosphoric acid treatment for Class V restorations in vivo. J Prosthet Dent 38:131-5, 1998.
15. Brackett WW, Gunnin TD, Gilpatrick RO, et al. : Microleakage of Class V compomer and light-cure glass ionomer restorations. J Prosthet Dent. 79:301-263, 1998.
16. Hoang E, Perry R, Aboushala A, et al. : Comparison of microleakage using etched and non-etched techniques in Class V restorations: an in vitro study. J Dent Res 75:348[Abstr 2966], 1996.
17. Abate PF, Bertacchini SM, Polack MA, et al. : Adhesion of a compomer to dental structures. Quintessence Int. 28:509-12, 1997.
18. Cortes O, Garcia-Godoy F, Boj JR : Bond strength of resin-reinforced glass ionomer cements after enamel etching. Am J Dent 6:299-301, 1993.
19. Çehreli ZC, Usmen E : Effect of surface conditioning on the shear bond strength of compomers to human primary and permanent enamel. Am J Dent. 12:26-30, 1999.
20. Triolo P.T, Swift E.J, Mudgil A, et al. : Effect of etching time on enamel bond strengths. Am J Dent 6:302-304, 1993.
21. Barkmeier WW, Shaffer SE, Gwinnett AJ : Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. Oper Dent 11:111-116, 1986.
22. Bastos PAM, Retief DH, Brandley EL, et al. : Effect of etch duration on the shear bond strength of a microfill composite resin to enamel. Am J Dent 1:132-

- 157, 1988.
23. Gilpatrick RO, Ross JA, Simonsen RJ : Resin-to-enamel bond strengths with various etching times. *Quintessence Int* 22:47-49, 1991.
 24. Mixson JM, Eick JD, Tira DE, et al. : The effects of variable wash times and techniques on enamel-composite resin bond strength. *Quint Int* 19:179-185, 1988.
 25. Tagami J, Hosoda H, Fusayama T : Optimal technique of etching enamel. *Oper Dent* 13:111-184, 1988.
 26. Mixson JM, Eick JD, Tira DE, et al. : The effects of rinse volumes and air and water pressures on enamel-composite resin bond strength. *J Prosthet Dent* 62:522-511, 1989.
 27. Summitt JB, Chan DCN, Burgess JO, et al. : Effect of air/water rinse versus water only and of five rinse times on resin-to-etched-enamel shear bond strength. *Oper Dent* 17:142-151, 1992.
 28. Swift E.J, Cloe B.C : Shear bond strengths of new enamel etchants. *Am J Dent* 6:162-164, 1993.
 29. 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.
 30. Crim GA, Shay JS : Effect of etching time on microleakage. *J Dent Child* 54:339-340, 1987.
 31. Papagiannoulis L, Kakaboura A, Pantaleon F, et al. : Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite(compomer) in Class II restorations of primary teeth: a two-year follow-up study. *Pediatr Dent* 21:232-235, 1999.
 32. Hickel R, Voss A : A comparison of glass cermet cement and amalgam restorations in primary molars. *J Dent Child* 57:184-188, 1990.
 33. Barr-Agholme M, Oden A, Dahllof G, et al. : A two-year clinical study of light-cured composite and amalgam restorations in primary molars. *Dent Mater* 7:230-233, 1991.
 34. Walls AW, Murray JJ, McCabe JF : The use of glass polyalkeonate(ionomer) cements in deciduous dentition. *Br Dent J* 165:13-17, 1988.
 35. Forsten L, Karjalainen S : Glass ionomers in proximal cavities of primary molars. *Scand J Dent Res* 98:70-73, 1990.
 36. Kilpatrick NM, Murray JJ, McCabe JF : The use of reinforced glass ionomer cement for the restoration of primary molars: a clinical trial. *Br Dent Res* 179:175-179, 1995.
 37. Kilpatrick NM : Durability of restorations in primary molars. *J Dent* 21:67-73, 1992.
 38. Barr-Agholme M, Oden A, Dahllof G, et al. : A two-year clinical study of light cured composite and amalgam restorations in primary molars. *Dent Mater* 7:230-233, 1991.
 39. Prati C, Chersoni S, Cretti L, et al. : Retention and marginal adaptation of a compomer placed in non-stress-bearing areas used with the total-etch technique: a 3-year retrospective study. *Clin Oral Investig* 2:168-173, 1998.
 40. Peters TC, Roeters JJ, Frankenmolen FW : Clinical evaluation of Dyract in primary molars: 1-year results. *Am J Dent* 9:83-88, 1996.
 41. Roeters JJ, Frankenmolen FW, Burgersdijk RC, et al. : Clinical evaluation of Dyract in primary molar: 3-year results. *Am J Dent* 11:143-148, 1998.
 42. Dyract™ AP Technical manual. Dentsply International. USA, 1999.
 43. Prime & Bond™ 2.1 Profile. Dentsply International. USA, 1997.
 44. Mathis RS, DeWald JP, Moody CR, et al. : Marginal leakage in Class V composite resin restorations with glass ionomer liners in vitro. *J Prosthet Dent* 63:522-525, 1990.
 45. Sidhu SK : A comparative analysis of techniques of restoring cervical lesions. *Quintessence Int* 24:553-559, 1993.
 46. Toledano M, Osorio E, Osorio R, et al. : Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. *J Prosthet Dent* 81:610-5, 1999.
 47. Fuks AB, Holan G, Simon H, et al. : Microleakage of Class 2 glass-ionomer-silver restoration in primary molars. *Oper Dent* 17:62-69, 1992.
 48. 대한소아치과학회 : 소아-청소년 치과학. *신홍인터네셔널*. p.63, 1999.
 49. Guelmann M, Fuks AB, Holan G, et al. : Marginal leakage of class II glass-ionomer-silver restorations, with and without posterior composite coverage: an *in-vitro* study. *J Dent Child* 56:277-282, 1989.
 50. Gwinnett AJ : Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. *Arch Oral Biol* 18:441-444, 1973.
 51. Moll KH, Haller B, Hofmann N, et al. : Phosphoric acid etching and enamel bond of composite/glass ionomer hybrids. *J Dent Res* 75(Abst 1225), 1996.
 52. Tyas MJ : Clinical evaluation of polyacid-modified resin composite(Compomer). *Oper Dent* 23:77-80, 1998.

Abstract

A STUDY ON THE MICROLEAKAGE OF COMPOMER RESTORATIONS IN CERVICAL CAVITIES OF PRIMARY MOLARS ACCORDING TO THE LENGTH OF ETCHING TIME

Sung-Ki Kim, Tae-Sung Jeong, Shin Kim

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

For the purpose of evaluating the microleakage of compomer restorations in cervical cavities of primary molars according to the length of etching time, an experiment was performed through next procedures. 48 extracted human primary molars were divided into 6 groups according to applied compomers and the etching time of 0, 15, 30 seconds. All the restorations were filled under the manufacturer's direction, and the degree of dye penetration was evaluated with stereomicroscope. The microleakage of etch group was measured and statistically analyzed and obtained the results as follows :

1. Compared with groups without etching, the degree of microleakage was reduced by acid etching the cavities($p < 0.05$).
2. There revealed similar preventive effects of microleakage when the teeth were etched for 15 seconds and 30 seconds respectively($p > 0.05$).
3. No significant difference was observed between two compomers examined in this study($p > 0.05$).

It was, therefore, thought acid etching is effective to minimize the microleakage of compomer restorations in primary teeth, and in cases of performing, 15 seconds is adequate for etching.

Key Words : Compomer, Etching time, Microleakage, Primary teeth