

컴포머의 NaOH 용액 내에서의 화학적 분해

박미란 · 양규호 · 최남기 · 이영준 · 김선미*

전남대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치의학 연구소, 광주보건대학 치위생과*

국문초록

이상적인 수복재료는 치아의 저작기능과 심미성을 회복할 수 있어야 하며 동시에 생체 적합성과 구강 내 환경변화에 대한 내구성을 가지고 있어야 한다. 그러나 수복물이 장기간 구강 내 환경에 노출되면 수복물 표면의 마모와 변색 및 수복물 자체의 파괴가 발생할 수 있다. 컴포머도 복합 레진처럼 낮은 마모 저항성을 주요한 단점으로 지적할 수 있다.

본 연구에서는 현재 유치 수복에 많이 사용되고 있는 Dyract (Dentsply, USA), Elan (Kerr, USA), F-2000 (3M, USA)의 3종의 컴포머(polyacid modified resin composites)를 알칼리성 용액(0.1N NaOH)에 보관하였을 때 각 제품의 무게손실, 분해층 깊이 및 시편내에서 용출된 Si, Al과 Ba의 농도를 평가하여 제품간의 분해저항성을 평가하고 비교를 하고자 하였다.

각 제품 당 6개의 시편을 제작하여 무게 측정을 한 후, 0.1N NaOH용액, 3ml에 저장하여 60℃에서 보관하였다. 2주후 제거하여 1.23% HCl로 2시간동안 중화하고 증류수로 세척한 후 60℃에서 건조하였다.

분해저항성은 무게손실, 분해층 깊이 및 시편내의 Si, Al과 Ba의 농도 변화를 근거로 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 제품의 무게 손실량은 1.43%~2.14%까지 다양하였으며 제품 간에 유의한 차이는 없었다.
 2. 각 제품의 표면하 분해층 깊이는 182.92 μ m~227.70 μ m였으며 제품 간에 유의한 차이는 없었다.
 3. 각 제품으로부터 용출된 Si와 Al양은 각 제품마다 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), Si는 Dyract에서 Al은 F-2000에서 가장 많은 양이 방출되었다. 용출된 Ba양은 각 제품마다 유의한 차이가 없었다.
 4. 무게 손실량과 표면하 분해층 깊이 사이의 상관 관계에서 비교적 높은 상관관계를 보였다(r=0.64, p<0.05).
 5. 주사전자현미경 관찰시 0.1N NaOH용액에 보관한 후 컴포머기질과 필러사이의 결합의 파괴를 관찰할 수 있었으며, 기질이 소실되어 필러입자가 두드러진 양상을 보였다. 또한 필러입자의 표면은 분해에 의해 탈회된 모습을 보였다.
- 이상의 결과에서 현재 유치 수복에 사용되고 있는 3종의 컴포머는 분해저항성에 있어 유의한 차이를 보이지 않았다.

주요어 : 컴포머, 표면하 분해, NaOH 용액

1. 서 론

여러 해 동안 아말감은 사용이 간단하고 상대적으로 비용이 저렴하기 때문에 수복물로서 사용되어왔다. 그러나 건전 치질을 보존하고 심미성에 대한 관심이 증대되면서 글래스아이오노머,

복합 레진등의 대체물이 등장하기 시작하였으며, 불소를 방출하는 복합 레진도 등장하였다¹⁾.

기존의 글래스아이오노머는 법랑질과 상아질에 접착이 되며 치질의 삭제를 최소화시킬 수 있고, 불소를 방출하며 높은 생체 적합성을 가진 장점이 있는 반면 기술적으로 다루기 어렵고 산성인 상태에서 점차적인 분해가 일어나며 교합력이 많이 가해지는 곳에서의 사용이 제한되는 단점이 있다²⁻⁵⁾. 1989년에 Andresson-Wenckert 등²⁾은 이와 같은 단점을 보완한 resin-modified GIC를 보고하여 이장재로 사용하기 시작하였으며 그 후 컴포머가 소개되었다³⁾.

교신저자 : 양 규 호

광주광역시 동구 학동 8번지

전남대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 062-220-5476

E-mail : khyang@chonnam.ac.kr

컴포머는 종전의 글래스아이오노머 및 resin-modified glass polyalkenoate(ionomer) cements와 비교시 물리적 성질의 개선, 치아우식 억제 효과, 쉽게 다룰 수 있는 장점이 있으며⁶⁾, 수복물을 빠른 시간내에 수복할 수 있기 때문에 소아의 치료에 있어 매우 유익하다. 더군다나 상아질에 대한 높은 결합력을 가진 것으로 알려져 있다⁷⁾. 이렇게 최근에 대두되고 있는 컴포머는 근본적으로 복합 레진 계열이며⁷⁾, 복합 레진과 유사한 물리적 성질을 가지고 있다고 보고되고 있는 반면^{3,8)}, Papagiannoulis 등⁹⁾은 일반적인 복합 레진과 비교 시 물리적 성질이 여전히 열등하다고 보고하고 있다. 컴포머는 광중합형 복합 레진처럼 광중합이 되고 그 후에 구강 내의 수분이 흡수되며 기존의 글래스아이오노머와 같이 산, 염기 반응에 참여 할 수 있는 산성기능기(acidic functional group)를 포함하고 있다¹⁰⁻¹⁴⁾. 따라서, 컴포머를 polyacid-modified resins으로 분류하고 있다. 이러한 컴포머도 복합 레진처럼 파절과 분해 및 마모에 대한 약한 저항성이 중요한 결점으로 지적되고 있으며 컴포머에 수분이 흡수되면 시간이 지남에 따라 기질-필러 계면에 수분이 침투하여 국소적인 압력이 증가하고 기질과 필러의 결합부위가 파괴된다^{15,16)}. 일반적으로 수복물은 교합력이 부하된 부위에 마모가 빠르게 선행되는데 컴포머의 마모는 대합치와 교합되지 않는 부위에서도 발견되어 하중의 다른 요소들이 마모과정에 관련될 수 있음을 알 수 있다⁷⁾.

널리 사용되고 있는 치과용 복합 레진에 대해서는 여러 연구들을 통해 열처리 유무, 보관 조건 및 보관 시간에 따른 표면경도 변화와 파괴특성 등에 대해 평가되어 있고¹⁸⁻²¹⁾, 최근에 유치수복에 널리 이용되고 있는 컴포머의 불소유리에 대한 연구는 많이 진행되고 있지만^{7,22)}, 가수분해에 대한 보고는 비교적 적은 편이다. 본 연구에서는 현재 시판되어 사용되고 있는 컴포머들을 분해 가능한 환경에 노출시켜 무게의 변화, 분해층 깊이 및 용출된 Si, Al과 Ba의 농도를 평가하여 각 재료의 분해저항성을 비교하고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

본 연구에서는 현재 유치수복에 많이 사용되고 있는 Dyract (Dentsply, USA), Elan(Kerr, USA) 및 F-2000 (3M, USA)등 3종의 컴포머를 사용하였다.

1. 시편 제작

각 시편은 두께 3mm, 내경 10mm의 테프론 몰드(teflon mold)를 이용하여 각 제품마다 6개씩 제작하였다. 컴포머를 테프론 몰드에 주입하고 기포발생을 줄이기 위해 레진 기구로 응축시킨 후 2장의 Mylar sheet와 유리판으로 압착하여 편평한 표면을 만들었다. 가시광선중합기(Coltolux, Coltene, USA)로 한 면당 20초씩 광조사한 다음 유리판과 Mylar sheet를 제

거한 후 각 면에 20초씩 추가 조사하였다. 중합이 완료된 시편은 600, 1000, 1200 및 1500 grit의 사포로 젖은 상태에서 양면을 연마하였다. 연마 후 증류수 내에서 초음파 세척기를 이용하여 3분간 세척하여 시편의 이물질 제거하였다. 각 시편을 60℃ 오븐에서 2시간 건조하였다.

2. 무게 측정

건조 후 초기 시편 무게를 측정하였다. 각 시편을 3ml의 0.1N NaOH 용액이 담긴 폴리에틸렌용기에 담고, 시편의 모든 부분이 용액과 접촉하도록 하는 한편 공기와의 접촉을 차단하기 위해 용기 뚜껑 부분을 얇은 필름(PARAFILM®, American National Can, USA)으로 완전한 봉쇄를 한 다음 용기를 60℃에서 2주간 보관하였다. 2주 후 시편을 1.23% HCl 용액으로 2시간 동안 중화시킨 후 흐르는 물에 세척하여 건조하고 무게를 측정하였다. 초기의 무게와 용액에 저장한 후 무게차이를 계산하여 무게 손실비(%)를 측정하였다.

3. 필러 함량 측정

초기 시편 무게를 측정한 후 600℃의 furnace에서 2시간 보관하여 컴포머 기질을 연소시킨 다음 남아있는 필러의 무게를 측정하여 컴포머 내 필러의 함량을 무게비로 나타내었다.

4. 필러 성분 분석

시편을 이용해 필러의 성분을 분석하였다. 분석은 EDX (Energy Dispersive X-ray, Hitachi, Japan)를 갖춘 주사전자현미경을 사용하였다. 스펙트럼은 양적인 분석을 위한 컴퓨터 프로그램을 사용하여 각기 다른 시편내의 Si, Al 및 Ba등을 분석하였다.

5. 용출된 Si, Al 및 Ba 농도 측정

저장용액 내로 용출된 Si, Al 및 Ba 농도를 측정하기 위하여 background의 영향이 적고, 재현성이 뛰어나며 미량원소의 검출에 적합한 유도결합 플라즈마 원자방출 분광기(이하 ICP-AE, Leeman 010-2106, Leeman Lab, USA)를 이용하여 정량분석 하였다.

6. 주사전자현미경적 관찰

0.1N NaOH 용액에 60℃에서 2주간 저장한 후의 시편을 에폭시 레진(Epofix Resin, Struers, Denmark)에 매몰하여 600, 1000, 1200 및 1500 grit의 사포로 표면을 연마, 3µm와 1µm Al₂O₃(logitech Ltd, UK)로 마무리하고 초음파 세척을 시

행한 후 표면 처리하여 주사전자현미경(S-4700, Hitachi, Japan)으로 용액에 저장하기 전과 후의 시편 표면을 관찰하고, 시편의 대조도 차이로 표면하 분해층을 구분하여, 그 두께를 측정하였으며 두께는 각 시편당 8지점을 임의로 지적하여 측정하였다.

7. 통계학적 분석방법

무게 손실, 분해층 깊이, Si, Al 및 Ba 농도에 대한 제품 간 차이를 검정하기 위해 일원 분산분석을 시행하였고, 사후검증을 위해 Duncan's multiple range test를 시행하였으며, 무게 손실, 분해층 깊이 및 용출된 Si 농도간의 상관관계를 보고자 Pearson Correlation analysis를 시행하였다.

Ⅲ. 연구성적

1. 필러 성분 분석

EDX에 의한 필러의 화학적 성분과 콤포머 내 필러 함량 분석 결과는 Table 1과 같다. 전체 시편에서 필러의 구성성분이 차지하고 있는 함량을 무게비로 나타낸 결과는 Table 2와 같다. 각 제품내의 필러 구성과 함량은 모두 다르나 Si이 각 제품의 전체 필러 중 50%이상을 구성하고 있으며 그 다음으로 Al이 많이 차지하고 있었다. 제품별로 비교시 Dyract가 Si을 67.52%로 가장 많이 함유하고 있었으며 F2000에서는 다른 제품에 비해 F가 4.27%로 상당량 포함되어 있었다.

2. 무게 손실, 분해층 깊이, 필러의 용출농도

무게 손실과 분해층 깊이는 각 제품 간에 있어 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3, 4). NaOH용액내로 용출된 Si의 양은 Dyract가 496.80ppm으로 가장 많은 용출량을 나타냈으며 Elan, F2000순으로 감소하였고, Al은 F2000, Dyract 및 Elan순으로 용출량이 감소하였다. Si와 Al 용출량에 있어서는 각 제품 간에 유의한 차이를 보였지만($p < 0.05$, Table 5, 6), Ba 용출량에 있어서는 각 제품 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 7).

3. 무게 손실, 분해층 깊이, Si 용출량, Ba 용출량 및 Al 용출량간의 상관관계

무게 손실, 분해층 깊이, Si 용출량, Ba 용출량 및 Al 용출량간의 상관관계를 살펴보면, 각 제품의 무게 손실과 분해층 깊이에서 유의한 차이를 나타내었으며($r=0.06$, $p < 0.05$), 또한 분해층 깊이와 Si 용출량에서 유의한 차이가 나타났다($r=0.06$, $p < 0.05$).

4. 주사 전자 현미경적 소견

NaOH 용액 저장 전후의 표면을 관찰한 결과 Dyract는 비교적 작은 $10\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 정도의 균일한 크기의 필러로 구성되어 있으며, 분해된 층에서는 기질이 소실되어 필러가 두드러진 양상을 볼 수 있었다. Elan은 $15\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 정도로 작은 크기에서 50

Table 1. Chemical composition in the filler particles

Material	element (Wt %) of the filler						weight % of filler
	Si	Al	Ba	O	Yb	F	
Dyract	67.52	19.72	3.10	3.28	5.66	0.74	76.03
Elan	56.21	15.07	5.16	15.62	4.95	2.99	78.70
F2000	52.28	22.41	1.70	14.64	4.70	4.27	77.18

Table 2. Weight percent of elements of fillers in compomer

Material	element weight % of filler					
	Si	Al	Ba	O	Yb	F
Dyract	51.33	14.96	2.46	2.46	4.30	0.8
Elan	44.22	11.83	4.01	12.25	3.80	2.32
F2000	40.35	17.29	1.30	11.39	3.60	3.20

μm 정도로 큰 다양한 크기의 필러로 구성되어 있으며 Dyract의 필러에 비해 약간 긴 모양을 나타내고 있었다. NaOH 용액에 보관한 후 기질의 소실과 함께 필러 입자의 표면은 분해에 의해 탈회된 모습을 보였다. F2000은 100μm 정도로 크고 불규칙하고 각진 필러로 구성되어 있었다. NaOH 용액에 보관한 후 콤포머 기질과 필러사이의 균열과 파괴를 관찰할 수 있었으

며, 기질이 소실되어 필러 입자가 두드러진 양상을 보였고 또한 필러입자의 가장자리는 분해에 의해 탈회된 모습을 보였다. 분해층의 깊이 관찰시 각 제품은 182.92μm~227.70μm로 다양하게 나타났는데 Dyract에서 가장 깊은 층을 형성하고 있음을 알 수 있었다(Fig. 1~3).

Table 3. Mass-loss(%) of three compomers exposed to NaOH solution

Material	Mass-loss(%)	F	P	Duncan's grouping
Dyract	2.14±1.05			A
Elan	1.42±0.71	1.18	0.34	A
F2000	1.58±0.45			A

Table 4. Degradation layer depth of three compomers exposed to NaOH solution

Material	Degradation layer depth (μm)	F	P	Duncan's grouping
Dyract	227.70±14.09			A
Elan	182.92±65.53	2.03	0.17	A
F2000	223.72±6.77			B

Table 5. Si loss(ppm) of three compomers exposed to NaOH solution

Material	Si loss(ppm)	eluted Si % in filler	F	P	Duncan's grouping
Dyract	496.80±31.22	0.08			A
Elan	297.66±94.07	0.14	30.55	0.001	B
F2000	210.30±27.62	0.25			C

Table 6. Al loss(ppm) of three compomers exposed to NaOH solution

Material	Al loss(ppm)	eluted Al % in filler	F	P	Duncan's grouping
Dyract	255.96±16.96	0.47			A
Elan	86.58±20.85	0.02	209.00	0.0001	B
F2000	340.20±21.80	0.30			C

Table 7. Ba loss(ppm) of three compomers exposed to NaOH solution

Material	Ba loss(ppm)	eluted Ba % in filler	F	P	Duncan's grouping
Dyract	4.80±4.47	0.03			A
Elan	1.44±0.96	0.008	1.72	0.219	A
F2000	3.44±1.97	0.07			A

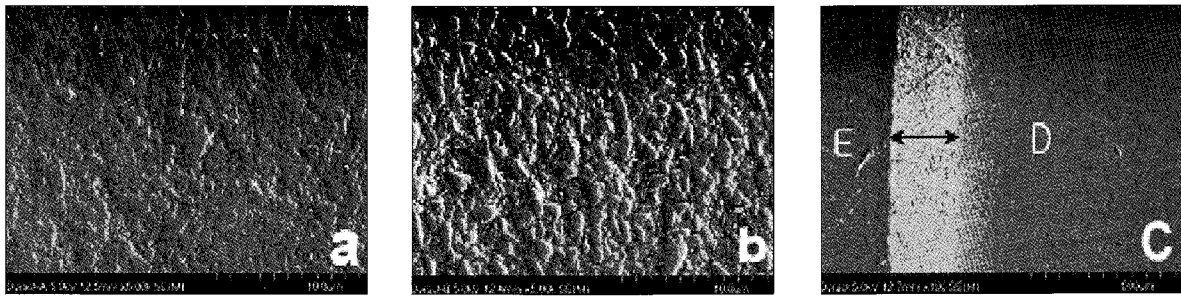


Fig. 1. SEM of Dyract specimen(E : epoxy resin, D : Dyract) ;
 a. before soaking in 0.1N NaOH solution(×5000).
 b. after soaking in 0.1N NaOH at 60°C for 2 weeks(×5000).
 This shows the debonding of filler from matrix.
 c. degradation layer depth(×100).

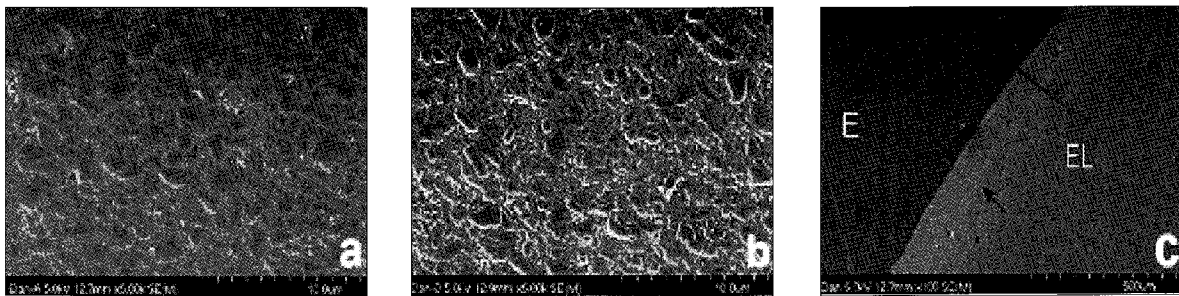


Fig. 2. SEM of Elan specimen(E : epoxy resin, EL : Elan) ;
 a. before soaking in 0.1N NaOH solution(×5000).
 b. after soaking in 0.1N NaOH at 60°C for 2 weeks(×5000).
 As the matrix decreases, the filler particles is distinguished.
 There is destruction of compomer matrix-filler interface and the periphery of the filler particles are appeared whitish color due to degradation.
 c. degradation layer depth(×100).

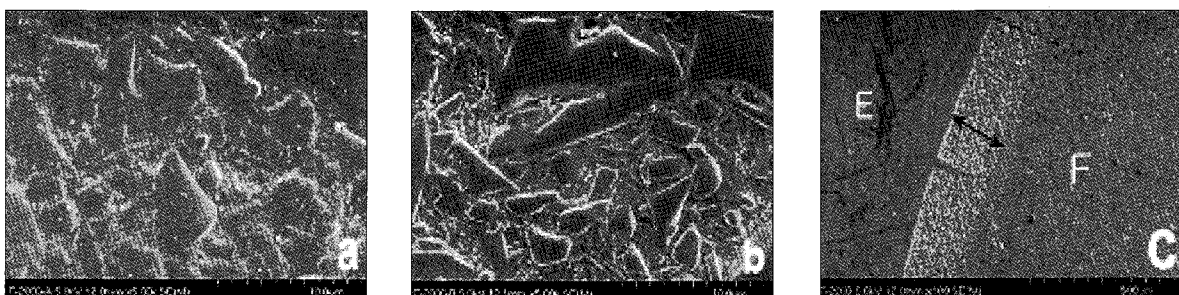


Fig. 3. SEM of F-2000 specimen(E : epoxy resin, F : F2000) ;
 a. before soaking in 0.1N NaOH solution(×5000).
 b. after soaking in 0.1N NaOH at 60°C for 2 weeks(×5000).
 There is destruction of compomer matrix-filler interface. The particles of filler are larger and more square shape than those of Dyract and Elan.
 The periphery of the filler particles appears whitish color due to degradation.
 c. degradation layer depth(×100).

IV. 총괄 및 고찰

최근 유치 수복에 많이 사용되고 있는 콤포머는 본래 복합 레진 계열이며 복합 레진과 유사한 물리적 성질을 가지고 있지만^{3,8)} 복합 레진처럼 마모 저항성이 낮다는 중요한 단점을 지니고 있다. 구강 내에 노출된 수복물의 모든 표면 하방에서 표면하 분해층이 관찰되었고 응력이 집중되는 부위에서 뿐만 아니라 비응력 집중 부위에서도 분해층이 발견됨으로써 응력만이 원인이 아니라¹⁷⁾ 수복물의 표면하 분해와 재료의 용해성이 마모와 관련된 하나의 인자로 여겨지고 있다^{17,23)}.

이들 재료의 높은 용해성 때문에 접착부분(marginal integrity)의 긴밀성과 심미성이 상실되며 본래의 물리적 성질도 상실되어 결국에는 이러한 결과들에 의해 수복의 실패가 발생한다¹⁰⁾. 최근의 많은 재료는 증류수에서의 용해성은 무시할 수 있으나, 산성인 상태에서의 용해성과 부식이 뚜렷한 증가를 보이기 때문에 용해성에 대한 실험을 위해서는 Bapna와 Muller¹⁰⁾는 새로운 하이브리드 글래스아이오노머나 콤포머를 시험하기 위해 최소 0.1M lactic acid를 사용해야 한다고 하였으며 Geurtsen 등⁶⁾은 저장된 용액의 pH나 구성보다는 액체 환경이라는 상황이 콤포머의 표면 미세 강도에 중요한 영향을 미친다고 하였다.

그러나 Simon 등²⁰⁾, Sarkar와 Shin²¹⁾ 및 Sarkar 등²⁴⁾은 낮은 pH에서 보다 높은 pH에서 분해가 더 잘 일어난다고 보고했다. 본 실험에서는 침투 매개체로서 0.1N NaOH용액을 이용하였는데, 이 용액은 증류수인 경우 같은 정도의 분해를 유발하는데 있어 약 6개월에서 12개월 이상의 기간이 소모되는 등의 시간적인 문제를 해결할 수 있으며, 물과 인공타액에 비해서 훨씬 더 침투적인 매체가 될 수 있어 효율성이 훨씬 더 높다. 그리고 Sarkar와 Shin²⁵⁾에 의하면 NaOH는 다량체 기질에 영향을 주지 않고 필러 입자를 분해하며 구강내에서 관찰되어지는 것과 유사한 표면하 분해를 형성한다고 하였다.

많은 콤포머의 수복물이 기능 중에 있을 때 12~24개월 후에 기포는 없지만 일반적인 교합면 마모와 표면의 미세 파열을 보였다^{18,25)}. 필러 분해 과정은 다소 느리게 진행되는데, 저장용액에 의해 그리고 시간이 지남에 따라 표면의 거칠기가 증가하게 된다¹⁹⁾.

수복물이 수분을 흡수하면 수산기(OH)를 형성하고 국소적인 pH가 상승되어 기질과 필러 입자의 결합부 분해가 촉진된다²⁶⁻²⁸⁾. 필러에 대한 수분의 공격은 또한 심미적 성질에 영향을 준다. 결합부 파괴는 기질과 필러 사이에 미세간격을 유발하고, 굴절율을 변화시키며 훨씬 더 불투명하게 만든다²⁹⁾. 콤포머 구조는 기질-필러 계면에서 발생하는 가수분해의 증가에 기인하여 분해된다^{6,17,22,30)}. 콤포머는 일반적인 복합 레진에 비하여 훨씬 더 많은 유기질을 포함하며, 물 흡수에 훨씬 더 민감하여 결과적으로 액체 상태 하에서 표면의 붕괴를 유발한다^{6,22)}.

미세필러 복합 레진과 Ba과 Sr을 포함하는 글래스 콤포짓트는 quartz를 포함하는 물질보다 훨씬 더 많은 Si를 방출한다.

Si와 Ba를 함유하는 glass는 quartz와 정제된 무정형 SiO₂을 함유하고 있는 것보다 수분의 공격에 훨씬 더 민감하다. Quartz는 복합 레진에서 사용되는 다른 필러보다 더 안정하다. 그러나 임상적인 연구에서 Sr-glass를 함유하는 복합 레진은 quartz를 함유한 것보다 더 마모에 대해 저항성이 있는 것으로 알려졌다²⁹⁾.

본 연구에서는 EDS분석 결과 Dyract, Elan 및 F2000 모두가 Si와 Al을 가장 많이 차지하고 있었으며 일반 복합 레진에 비해 Ba의 함유율은 낮았다. Dyract는 전체 시편 중 76.03%의 필러 함량을 보였으며 그 중 Si가 67.52%를 차지했으며 Al과 Ba는 미량이었다. Elan의 경우 전체 필러의 56.21%가 Si였으며 Dyract나 F2000에 비해 Ba이 5.16%로 함유율이 높았다. F2000은 Si이 52.28%의 함유율을 보였고 Al에 있어서는 Dyract와 Elan의 19.72%, 15.07%에 비해 22.41%로 높은 값을 나타냈다.

NaOH 용액에 노출시킨 후의 무게 손실량은 1.42~2.14%까지 다양하였으며 표면하 분해층 깊이는 182.92~227.20 μ m였다. 그러나 각 제품간에 있어 유의한 차이는 없었다(Table 3, 4). ICP-AE를 통한 Si 용출량은 Dyract가 496.80 ppm, Al 용출량은 F2000이 340.20 ppm, Ba 용출량은 Dyract가 4.80ppm으로 각각 높은 값을 나타내었다. Si와 Al은 각 제품간에 용출량이 유의한 차이를 나타내었지만(p<0.001, p<0.0001, Table 5, 6), Ba 용출량은 각 제품간 유의한 차이를 나타내지는 않았다(Table 7). 필러 함량이 높은 Elan에서는 필러의 소실이 전반적으로 높게 나타나지 않았다. 각 제품의 무게 손실과 분해층 깊이 사이에 있어 비교적 높은 상관관계를 나타내었으며(r=0.60, p<0.05), 주사전자 현미경 관찰시 0.1N NaOH 용액에 보관한 후 콤포머기질과 필러사이의 결합의 파괴를 관찰할 수 있었으며, 기질이 소실되어 필러 입자가 두드러진 양상을 보였다. 또한 필러 입자의 표면은 분해에 의해 탈회된 모습을 보였다.

본 연구에서 0.1N NaOH 용액내로 용출된 필러의 성분은 ICP-AE를 이용하였다. ICP-AE광원으로 얻을 수 있는 스펙트럼은 재현성이 좋기 때문에 동위 원소의 분석, 미량원소의 검출 등에 이용할 수 있고 또한 시료용액을 일정한 속도로 분무시켜서 안정한 불꽃을 얻을 수 있으므로 재현성이 뛰어난 정량분석이 가능하긴 하지만, 이 분석법을 통해서 근본적으로 감지해 낼 수 없는 Li과 F와 같은 성분의 존재는 고려하지 않았기 때문에 양적이라기 보다는 질적인 것으로 간주되어야 한다는 견해도 있다¹⁰⁾.

필러성분의 치아 우식증에 대한 민감성이 고려되어야 하는데 Li, Sr 및 Zn 같은 성분은 치아 우식증에 대한 민감성을 감소시키고 Ba은 민감성을 증가시킨다¹⁷⁾. F를 포함한 필러 성분에서 F가 일정한 필러 방출 양식을 가진다면 필러-기질 결합에 있어 필러 방출의 음성적인 효과를 F 방출이라는 양성적인 효과로 전환 할 수 있다¹⁷⁾.

콤포머는 쉽게 다룰 수 있고 심미성이 좋다는 이유로 오랜 기

간동안의 평가가 부족함에도 불구하고 즉시 널리 퍼졌다²⁾. 광중합 콤포머의 임상적인 사용이 탁월하고^{31,32)} 유치 수복에 있어 아말감을 대체할 수 있는 것으로 나타나지만 콤포머 사용에 대한 공식적이고 임상적인 보고가 아직까지는 빈약하기 때문에 다른 수복물과 완전히 비교할 수는 없다. 힘을 받지 않는 곳에서는 직접 수복물로써 유망한 방향을 보여주고 있지만 장기간에 걸친 임상적인 시도가 필요하다. 부가적으로 색깔의 안정성, 적절한 물리적 성질이 확실히 뒷받침되어야 할 것이 요구된다¹²⁾.

본 연구 결과 NaOH 용액에 저장 후 Dyract가 무게 손실과 분해층 깊이에서 가장 큰 값을 보였으며, Si 용출량을 비롯한 전체 필러 소실에서도 가장 큰 값을 보임으로써 분해 저항성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 앞으로 콤포머에 대한 기계적 화학적 분해와 그와 병행한 마모에 대한 연구가 함께 행해져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 현재 유치수복에 많이 사용되고 있는 Dyract (Dentsply), Elan(Kerr) 및 F-2000(3M) 등 3종의 콤포머 (polyacid modified resin composites)를 알카리성 용액 (0.1N NaOH)에 침적시켰을 때 각 제품의 분해저항성을 평가하고자 시행하였다.

무게 손실과 필러의 성분 중 가장 많은 양을 차지하고 있는 Si, Al 및 Ba의 손실 정도(ppm), 분해층의 깊이를 ICP-AE와 SEM으로 측정 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 제품의 무게 손실량은 1.43%~2.14%까지 다양하였으며 제품 간에 유의한 차이는 없었다.
2. 각 제품의 표면하 분해층 깊이는 182.92 μ m~227.70 μ m였으며 제품 간에 유의한 차이는 없었다.
3. 각 제품으로부터 용출된 Si와 Al양은 각 제품마다 유의한 차이가 있었으며(P<0.05), Si은 Dyract에서 Al은 F-2000에서 가장 많은 양이 용출되었다. 용출된 Ba양은 각 제품마다 유의한 차이가 없었다.
4. 무게 손실량과 표면하 분해층 깊이 사이의 상관관계에서 비교적 높은 상관관계를 보였다(r=0.64, p<0.05).
5. 주사전자현미경 관찰시 NaOH 용액에 보관한 후 콤포머 기질과 필러사이의 결합의 파괴를 관찰할 수 있었으며, 기질이 소실되어 필러 입자가 두드러진 양상을 보였다. 또한 필러 입자의 표면은 분해에 의해 탈회된 모습을 보였다.

이상의 결과에서 현재 유치수복에 사용되고 있는 3종의 콤포머는 분해저항성에 있어 유의한 차이를 보이지는 않았다.

참고문헌

1. Kitty MYH, Stephen HYW : Clinical evaluation of compomer in primary teeth : 1-year results. J Am Dent Assoc, 128(8):1088-96, 1997.

2. Andersson-Wenckert IE, Folkesson UH, Van Dijken JWV : Durability of a polyacid-modified composite resin(compomer) in primary molars. Acta odontol scand, 55:255-259, 1997.
3. Attin T, Vataschki M, Hellwig E : Properties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. Quint Int, 27:203-209, 1996.
4. Miyazaki M, Fukuishi K, Onose H : Influence of light irradiation on the volumetric change of polyacid-modified resin composites. J Dent, 27:149-153, 1999.
5. Toledano M, Osorio E, Osorio R, et al. : Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. J Prosthet Dent, 81: 610-61, 1999.
6. Geurtsen W, Leyhausen G, et al. : Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins ("compomers"). Dent mater, 15:196-201, 1999.
7. Triana R, Prado C, Garro J, Garcia-Godoy F : Dentin bond strength of fluoride-releasing materials. Am J Dent, 7:252-4, 1994.
8. Cattani-Lorente MA, Dupuis V, Moya F et al. : Comparative study of the physical properties of a polyacid-modified glass ionomer cement. Dent mater, 15:21-32, 1999.
9. Papagiannoulis L, Kakaboura A, Pantaleon PH, 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, 21:231-234, 1999.
10. Bapna MS, Mueller HJ : Relative solubilities of hybrid ionomers and compomers by acid impingement. J Oral Rehabilitation, 26:786-790, 1999.
11. Attin T, Vataschki M, Hellwig E : Properties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. Quintessence Int, 27:203-209, 1996.
12. Tyas MJ : Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite(compomer). Oper Dent, 23:77-80, 1998.
13. Lim CC, Neo J, Yap A : The influence of finishing time on the marginal seal of a resin-modified glass-ionomer and polyacid-modified resin composite. J Oral Rehabil, 26:48-52, 1999.
14. Shaw AJ, Carrick T, McCabe Jf : Fluoride release

- from glass-ionomer and compomer restorative materials : 6-month data. *J Dent*, 26:255-259, 1998.
15. Sarkar NK, Zinck JH : Surface and subsurface damage of three composite resins. *J Dent Res spec*, #790, 1990.
 16. Forss H : Release fluoride and other elements from light cured glass ionomers in neutral and acidic conditions. *J Dent Res*, 72:1257-1262, 1993.
 17. Söderholm KJ : Filler leachability during water storage of six composite materials. *Scand J Dent Res*, 98:82-88, 1990.
 18. Tonn EM, Ryge G : Clinical evaluation of composite resin restorations in primary molars: a four year follow-up study. *J Am Dent Assoc*, 117:603-606 1988.
 19. Millerding P, Ahlgren F, Wennerberg A, Ortengren U, Karlsson S: Microhardness and surface topography of a composite resin cement after water storage. *Int J Prosthodont*, 11:21-26, 1998.
 20. Simons SK, Rappold AP, Hatrel PP, et al. : Surface pH of composite resins in water. *J Dent Res spec* #1645, 1992.
 21. Sarkar NK, Shin F : Subsurface damage and related phenomena in three restorative resins. *J Dent Res Spec* #230, 1991.
 22. Wu W, Toth EE, Moffa JF : Subsurface damage layer of in vivo worn dental composite restoration. *J Prothet Dent*, 52:182-189, 1984.
 23. Roulet JF, Walti C : Influence of oral fluid on composite resin and glass-ionomer cement. *J Prothet Dent*, 52:182-189, 1984.
 24. Sarkar NK : Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res spec*, #855, 1996.
 25. Oldenburg TR, Vann J, Dilley D : Composite restorations for primary molars: two year results. *Pediatr Dent*, 7:96-103, 1985.
 26. Phillips RW, Avery DR, Mehra R : Observation on a composite resin for Class II restoration : Three-year report. *J Prothet Dent*, 30:891, 1973.
 27. Ferracane JL, Codon JR : Rate of elution of leachable components from composite. *Dent Mater*, 6:282-287, 1990.
 28. Söderholm KJ : Degradation of glass filler in experimental composites. *J Dent Res*, 60:1867-1875, 1981.
 29. Söderholm KJ : Leaking of fillers in dental composites. *J Dent Res*, 62:126-130, 1983.
 30. Söderholm KJ, Zigan, W Fischlschweiger, et al.: Hydrolytic degradation of dental composite. *J Dent Res*, 63:1248-1254, 1984.
 31. Barnes Dm, Blank LW, Gingell JC, et al. : A clinical evaluation of duract light cured compomer restorative. *J Dent Res Spec*, #2205, 1996.
 32. Peters MCRB, Roeters FJM : Clinical performance of a new compomer restorative in pediatric dentistry. *J Dent Res Spec*, #34, 1994.

Abstract

CHEMICAL DEGRADATION OF VARIOUS COMPOMERS IN NaOH

Mi-Ran Park, D.D.S., Kyu-Ho Yang, D.D.S., Ph.D., Nam-Ki Choi, D.D.S., Ph.D.,
Young-Jun Lee, D.D.S., Seon-Mi Kim, D.D.S., Ph.D.*

*Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry,
Chonnam National University and Dental Research Institute,
Department of Dental Hygiene*, Gwang-ju Health College*

The aim of this study was to evaluate the resistance to degradation of three commercial compomers in an alkaline solution. Dyract(Dentsply), Elan(Kerr) and F-2000(3M) polyacid modified resin composites(compomers) were used in this study.

The resistance to degradation was evaluated on the basis of mass loss(%), degradation depth(μm) and Si, Al, Ba loss(ppm).

The results were as follows :

1. The mass loss of each brand was 1.42%~2.14% and there was no statistically significant difference of mass loss among Dyract, F2000 and Elan.
2. The degradation layer depth of each brand was 182.92~227.7 μm and there was no statistically significant difference of degradation layer depth among Dyract, F2000 and Elan.
3. There was statistically significant differences in Si-loss and Al-loss among three compomers ($p<0.05$). Si loss was the highest value in Dyract and Al loss was the highest value in F2000.
4. There was statistically significant correlation between mass loss and degradation layer depth ($r=0.60$, $p<0.05$).
5. In SEM finding, there was some destruction of compomer matrix-filler interface in post-exposure specimen to NaOH solution. As the matrix decreased, the filler particles distinguished and the periphery of the filler particles appeared whitish color due to degradation.

Key words : Compomer, Subsurface degradation, NaOH solution