

複合레진의 細胞毒性에 關한 實驗的 研究

전남대학교 치과대학 치과보존학 교실
정선희 · 정성수

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE CYTOTOXICITY OF COMPOSITE RESIN ON MOUSE FIBROBLAST IN VITRO

Sun Hee Chung D.D.S., Sung Su Chung M.D., D.M.S.

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chonnam National Univ.

In order to investigate the cytotoxicity of composite resin in vitro, BALB/C mouse fibroblast were cultured in MEM in which silux, P-50, microrest, clearfil, amalgam and glass-ionomer, in shape of 2×9 mm circular disk.

The experiments were performed by cell count on 4 hours, 1, 3, 6 days and the composite resin groups, amalgam, glass-ionomer were compared.

1. On the sixth day, the cellular number of resin composite groups were remarkably reduced, in contrast, the that of amalgam and glass-ionomer group continuously increased.
2. It was only on the 4 hours that the cellular number contained in amalgam were reduced, but increased thereafter, and the cellular number contained in glass-ionomer are greater than other groups.
3. In resin group, especially between self-curing resin and light-curing resin, there is no difference in cellular number statistically ($p>0.05$).
4. It was amalgam where the round cell without cellular process was found on the 4 hours and on the 6th day the cell without cellular process was found numerously in resin group whereas in amalgam and glass-ionomer, like control group was contained cell forming monolayer.

These result suggested that the toxicity of the self-curing and light-curing resin greater than that of the amalgam and glass-ionomer.

I. 서 론

심미적 수복재료로 silicate cement 와 아크릴 레진이 등장한 이후, 치과용 복합레진은 물리적 성질과 심미성이 개선됨에 따라 치과 임상에서의 사용이 증가되는 추세에 있다. 그러나 광범위한 치아수복시 지각과민을 유발할 수 있고 치수에 염증반응을 초래하는 점이 문제시 되어 이에 대한 많은 연구¹⁻¹¹⁾가 계속되어 왔다.

Stanley 등¹²⁾은 잔존 상아질의 두께가 얇은 치아에 복합레진을 충전 하였을때 미반응 단량체가 치수에 자극을 주어 치수의 변성이 발생됨을 보고하였다. Terakado 등¹³⁾도 충전된 레진 기질내의 미반응 단량체가 상아세관내의 조상아세포에 자극을 주며, 상아질을 투과하여 치수에 도달할 경우 Cu^{2+} 나 Fe^{2+} 에 의해 세포의 지질 부분이 과산화화 되므로 미반응 단량체가 레진독성의 주원인 이라고 보고하였다. 이처럼 레진 시편내에 잔존하는 미반응

단량체는 중합체에 연화효과를 주어 레진의 물리적, 기계적 성질을 저하시키고, 미반응 단량체의 불포화 탄소-탄소 이중 결합의 존재는 중합체 기질의 산화반응을 더 촉진시키므로써 변색의 원인⁶⁾이 된다. 또한 레진내의 불완전 중합된 레진 단량체는 치수자극과 더불어 구강내외의 과민반응을 유발시킨다고 한다¹²⁻¹⁵⁾. 그러므로 가능한 미반응 단량체의 양을 최소화하고 강도도 우수한 레진 조성의 개발을 위해 많은 연구들이 있어왔다.

Qvist 와 Stoltz 는¹⁶⁾ 복합레진 충전후 치수조직에 영향을 미치는 요인으로 변연 누출(10%)과 와동 형성과정(24%), 치아 위치(16%), 치근형성 단계(26%), 상아질에 있는 세균의 양(12%), 와동내의 세균(12%)이라고 보고하여, 복합레진 수복후 치수자극의 원인이 복합레진 재료자체와 또 다른 요소와 복합되어 나타나는 것을 주장하였다. 또한 복합레진 충전 후 나타나는 슬루 지각과민에 대해서도 많은 연구¹⁷⁻²⁰⁾들이 이루어져 왔으나 생체에는 면역학적인 문제가 관련되므로 복합레진에 대한 독성의 객관적인 평가라 하기에는 미흡하여 본 연구에서는 복합레진 자체의 독성을 평가하기 위해서 치수조직의 주요 구성 세포인 섬유아세포를 이용하여 4종의 복합레진과 다른 수복물의 독성을 비교한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 세포 배양

1) 1차 배양

백서를 경부 탈구하고 피부를 70% 알코올로 소독한 후 피부를 절제하여 PBS(phosphate buffered saline)에 세척하여, petri dish 에 옮겨 불필요한 조직을 제거하고 세절한 후 원심 분리관에 옮겨 실온에서 1,500 r.p.m 으로 5분간 원심분리하여 상층액을 제거하였다.

조직 배양 플라스크에 조직절편을 20-30 개 넣고 40% fetal bovine serum 이 함유된 배양액을 1ml 주입한 후 5% CO₂ 항온조에서 36.5°C로 배양하였다.

조직편의 부착이 확인된 후 10% fetal bovine serum 이 함유된 3ml 의 배양액으로 바꾸었으며 세포의 성장을 관찰한 후 조직절편을 제거하였고

플라스크의 저면에 서로 연결된 단층의 세포가 관찰될때까지 2-3 일 간격으로 배양액을 바꾸어 주었다.

2) 2차 배양

플라스크의 배양액을 제거하고 0.25% trypsin 을 이용하여 배양세포를 분리시켰다. 세포를 원심분리하여 상층부를 제거하고 1ml 당 2×10⁵개의 세포가 되도록 배양액을 넣은 플라스크에 주입하였다. 이러한 방식으로 섬유아 세포를 10 회 계대배양하여 실험에 사용하였다.

2. 시험편 제작

복합레진으로 광중합되는 silux plus 와 P-50 를, 자가중합 레진으로는 microrest 와 clearfil 을 사용하고 글래스 아이오노머는 충전용을 사용하였으며 아말감은 SDI amalgam capsule system 을 사용하였다(Table 1).

Table 1. Kinds of tested materials

Brand name	Manufacturer	Nation
Silux	3M Dental Products	U. S. A.
P-50	3M Dental Products	U. S. A.
Microrest	G-C Dental Industrial Corp	Japan
Clearfil	Kuraray	Japan
Glass-ionomer	G-C Dental Industrial Corp.	Japan
SDI amalgam capsule system	Southern Dental Industries Ltd.	Australia

상기의 재료를 사용하여 2×9 mm 의 원판형태로 시험편을 제작하여 제작한 시험편은 멸균소독하여 24 시간 동안 증류수에 저장하였다가 실험에 사용하였는데 실험과정 동안 시험편은 무균적으로 처리하였으며 사용 후 폐기하였다.

3. 세포독성의 측정

1) 세포수 산정

Petri dish 에 세포수가 10×10⁴ cells/ml 가 되도록 조절하여 3ml 씩 분주하고 36.5°C 의 5% CO₂ 항온조에 24 시간 배양하여 monolayer 의 형성을 확인한 후 실험에 사용하였다.

35 mm petri dish 에 시험편을 각각 2개씩 dish 의 저면에 삽입하고 5% CO₂ 항온조에서 6일간 계속 배양하였으며 배양 4시간, 1일, 3일 및 6일에 각

dish 에 0.25% trypsin 을 주입하여 세포를 dish 에서 분리한 후 10% serum 이 함유된 배양액을 혼합하여 세포부유액을 만들었다. Pasteur pipette 으로 20 μ l 를 취하여 현미경에서 hemocytometer slide 를 사용하여 세포수를 산정하였다.

2) 현미경 관찰

100 배 inverted microscope 로 세포의 형태를 관찰하였다.

III. 성 적

1) 세포수 산정 (Table 2, 3, Fig 1)

대조군의 세포수는 4 시간에 (23.8 \pm 6.5) \times 10⁴cells/ml, 1 일에 (32.9 \pm 4.7) \times 10⁴cells/ml, 3 일에 (44.1 \pm 5.5) \times 10⁴cells/ml, 6 일에 (53.0 \pm 6.3) \times 10⁴cells/ml 로 실험 시작시 세포수 10 \times 10⁴cells/ml 에 비하여 각각 2.38 배, 3.29 배, 4.41 배 및 5.30 배로 시간 경과에 따라 세포수 증가를 나타냈다.

Silux 군에서는 4 시간에 (8.7 \pm 5.3) \times 10⁴cells/ml 로 0.87 배, 1 일에 (23.2 \pm 5.2) \times 10⁴cells/ml 로 2.32 배, 3 일에 (21.5 \pm 6.4) \times 10⁴cells/ml 로 2.15 배, 6 일에 (12.7 \pm 6.2) \times 10⁴cells/ml 로 1.27 배로 4 시간째에는 세포수가 감소한후 1 일째에 세포수의 증가 폭이 가장 컸으나, 그후 지속적으로 감소하였으며, P-50 군에서의 세포수의 변화는 silux 군과 비슷하였다. clearfil 군은 4 시간에 (11.0 \pm 1.7) \times 10⁴cells/ml, 1 일에 (22.3 \pm 7.2) \times 10⁴cells/ml, 3 일에 (14.3 \pm 5.3) \times 10⁴cells/ml, 6 일에는 (11.6 \pm 3.0) \times 10⁴cells/ml 으로 나타났고, microrest 군에서도 clearfil 군과 유사한 경향을 보였으며, P-50 은 silux 와 유사한 결과를 나타내었다.

아말감군에서는 4 시간에 (5.6 \pm 3.4) \times 10⁴cells/ml 으로 약 절반 정도의 세포수 감소가 나타났으나 1 일에는 세포수가 급격히 증가하여 (21.2 \pm 8.0) \times 10⁴cells/ml, 3 일에는 (24.6 \pm 4.6) \times 10⁴cells/ml, 6 일에는 (33.3 \pm 5.3) \times 10⁴cells/ml 으로 나타났으며, 글래스 아이오노머는 4 시간에 (10.6 \pm 4.4) \times 10⁴cells/ml, 1 일에 (19.9 \pm 6.0) \times 10⁴cells/ml, 3 일에 (32.9 \pm 8.5) \times 10⁴cells/ml, 6 일에 (41.9 \pm 9.5) \times 10⁴cells/ml 으로서 계속적인 세포의 증가를 나타내어 대조군을 제외한 실험군들 중에서 세포수의 증가폭이 컸다.

레진군들에 있어서 세포수를 비교해보면 자가중

합 레진인 microrest, clearfil 과 광중합 레진인 silux, P-50 사이의 세포수는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(P>0.05), (Table 3).

Table 2. Cell count following exposure of silux, P-50, clearfil, microrest, amalgam, glass-ionomer in medium (\times 10⁴cells/ml)

Group	Exposure time				
	Start	4시간	1일	3일	6일
Control	10.0	23.8 \pm 6.5	32.9 \pm 4.7	44.1 \pm 5.5	53.0 \pm 6.3
Silux	10.0	8.7 \pm 5.3	23.2 \pm 5.2	21.5 \pm 6.4	12.7 \pm 6.2
P-50	10.0	12.2 \pm 2.4	25.5 \pm 5.7	19.7 \pm 4.9	14.0 \pm 2.7
Clearfil	10.0	11.0 \pm 1.7	22.3 \pm 7.2	14.3 \pm 5.3	11.6 \pm 3.0
Microrest	10.0	10.9 \pm 1.4	17.9 \pm 4.0	13.8 \pm 7.8	11.7 \pm 9.7
Amalgam	10.0	5.6 \pm 3.4	21.2 \pm 8.0	24.6 \pm 4.6	33.3 \pm 5.3
Glass-ionomer	10.0	10.6 \pm 4.4	19.9 \pm 6.0	32.9 \pm 8.5	41.9 \pm 9.5

Table 3. Cell count following exposure of silux, P-50, clearfil, and microrest with increasing time in medium (X 10⁴cell/ml)

	Start	4시간	1일	3일	6일
Silux	10.0	8.7 \pm 5.3	23.2 \pm 5.2	21.5 \pm 6.4	12.7 \pm 6.2
P-50	10.0	12.2 \pm 2.4	25.5 \pm 5.7	19.7 \pm 4.9	14.0 \pm 2.7
Clearfil	10.0	11.0 \pm 1.7	22.3 \pm 7.2	14.3 \pm 5.3	11.6 \pm 3.0
Microrest	10.0	10.9 \pm 1.4	17.9 \pm 4.0	13.8 \pm 7.8	11.7 \pm 9.7

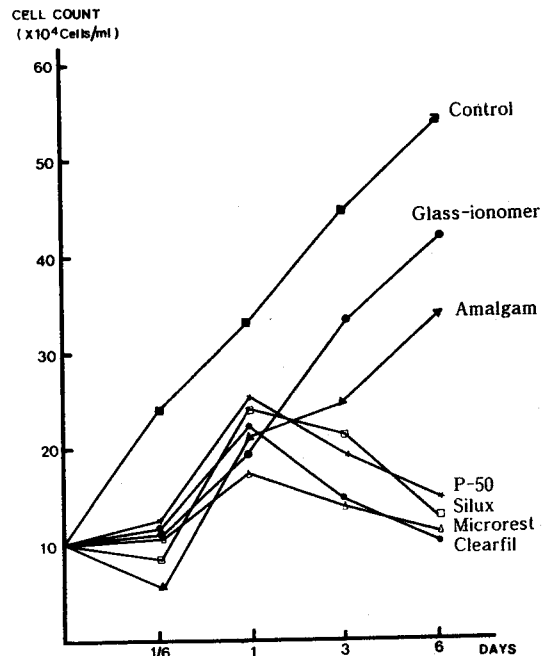


Fig 1. Cellcount following exposure of silux, P-50, clearfil, microrest, amalgam, glass-ionomer with increasing time in medium.

각시간에서 수복제들은 대조군과 세포수에서 유의한 차이를 보였으나 4시간과 1일에서는 충전기간의 세포수는 유의한 차이가 없었고 6일에서 레진군들의 세포수는 대조군, 글래스 아이오노머, 아말감에 비해 세포수가 적게 나타났다($P < 0.05$). (Table 4).

Table 4. Cell count following exposure of silux, P-50, clearfil microrest, glass-ionomer, amalgam in medium on 6th day ($\times 10^4$ cell/ml)

	Co	S	P	C	M	A	G
Co	-						
S	*	-					
P	*	N.S	-				
C	*	N.S	N.S	-			
M	*	N.S	N.S	N.S	-		
A	*	*	*	*	*	-	
G	*	*	*	*	*	*	-

N.S: not significant * : $P < 0.05$

Co: control group S: silux P: P-50 C: clearfil

M: microrest G: glass-ionomer A: amalgam

2) 현미경 관찰소견

배양액만 사용한 대조군은 시간이 경과할수록 단층을 이루는 섬유아 세포수가 증가하고 세포들기와 핵이 뚜렷해졌다(Fig 2). 레진을 사용한 실험군은 세포들기가 없고 용기의 저면에 부착하지 못한 세포인 원형세포가 관찰되었으나 레진의 종류에 따른 차이는 거의 없었다(Fig 3-6).

레진과 비교 실험한 아말감과 글래스 아이오노머 실험군은 아말감은 4시간에서 원형세포가 관찰되었고(Fig 7) 글래스 아이오노머군은 초기에는 소수의 원형세포가 관찰되었으나 시간의 경과에 따라 단층을 이루는 세포수의 증가를 관찰할 수 있었다(Fig. 8).

IV. 고 찰

1950 년대에 심미적 수복술이 소개된 이후로 이에 대한 많은 연구가 되어 왔는데 문제점으로 지적된 것은 치아 변색과 치수 손상이었다¹⁾. 그후 1970 년대에 이르러서야 심미적 수복재로서의 현저한 질적 향상을 가져왔고 또한 acide-etch technique 과 상아질 접착제가 도입되어 이상적 치아수복 재료로서의 진보를 촉진하게 되었으며 치아에 대한 재료의 화학적, 물리적 결합력은 거의 완전한 경지에 이르렀다고 볼 수 있다. 그러나 아직도 중

합수축^{2,3)}, 변연누출⁴⁾, 변색^{5,6)}, 체적변화⁴⁾, 치수 자극⁷⁻¹¹⁾, 등의 문제점이 남아있는데 특히 레진 시편내의 미반응 단량체의 존재는 중합체에 연화 효과를 주어 물리적, 기계적 성질을 저하시킬 뿐만 아니라 이들 단량체의 불포화 탄소-탄소 이중결합의 존재는 중합체 기질을 산화반응에 더 취약하게 하여 변색의 원인이 된다⁶⁾. 또한 레진내의 불완전 중합된 레진단량체는 치수 자극^{12,13)}과 구강내의 과민반응^{14,15)}등의 원인이 되고있다. Stafford 와 Brooks¹⁶⁾는 자외선 흡수 스펙트럼을 사용하여 교정용 자가중합레진으로부터 1.5-4.5%, 열중합의 치상용 레진으로부터는 약 0.3%의 미반응 단량체가 잔존함을 밝혔다. 이들 미반응 단량체는 레진의 물리적, 기계적 성질이 떨어지게 한다.

복합레진 수복후 나타날 수 있는 치수 손상의 임상적 증상으로 슬후 과민반응이 나타나게 되는데 여기에 대해서는 많은 임상적 연구가 되어왔다¹⁷⁻²⁰⁾. 레진수복후 나타나는 슬후 지각과민은 모든 종류의 치아 수복후에도 나타날 수 있는데 이는 치질 삭제로 인해 치수 반응이 야기되고 그중 어느 정도는 슬후 지각과민을 야기하기 때문이다. 그러나 슬후 지각과민은 아말감 수복후보다 레진 수복후에 더 많이 보고되고 있다. 영구치에서 Class I 과 II 레진 수복후 10-50% 정도에서 슬후 지각과민이 나타났으며⁶⁻⁹⁾ 또한 레진 수복후에 나타나는 지각과민의 양상은 아말감 수복후와는 현저하게 달라 수개월에서 또는 심지어는 수년간 지속되고 대개 저작동안에 자극되는 것으로 보고되었다. Palleen 과 Qvist 는¹⁰⁾ 세 종류의 구치용 레진에 대한 임상적연구를 시행하였는데 99개의 Class II 수복에서 약 25%가 지속적인 슬후지각과민이 있었으며, 이중 두중례에서는 레진을 제거해야만 했고 2년후 까지도 나타나는 경우는 6%였으며 3년이 지나서까지는 3%정도가 통증을 호소하였다고 한다.

Brännström^{21,22)}은 상아질의 부주의한 치질 부식이 smear 층을 제거함으로써 상아 세관이 노출되고 이로 인하여 상아질을 통한 통증의 유체 역학적 전도를 야기한다고 하였다. Krauser²³⁾와 Pashley 등²⁴⁾도 치질 부식역시 상아질의 투과성을 증가시켜 수복과정과 연관된 독성물질의 치수 침투력을 증대시킨다고 하였다.

레진수복후 나타나는 조직학적인 반응에 대해

살펴보면 Qvist 등¹⁶⁾은 교정적 이유로 발치할 치아를 대상으로 레진과 다른 수복체에 대한 염증반응을 조직학적으로 연구하였는데 레진수복을 한 실험 치아의 약 절반 정도에서는 염증 반응을 나타내지 않았으며 장기간에 걸친 심한 치수반응은 산부식과 상아질 접착체를 포함하는 레진수복후에만 나타났고 이것은 morden technique 로 수행된 레진수복 들에서도 상당한 차이가 있다는 것을 말해주며 와동에 대한 처치가 치수의 염증 반응에 중요한 요소임을 말해준다.^{17, 20, 25-28)}

본 실험의 결과에서도 레진재료 자체에 의한 독성은 아말감이나 글래스 아이오노머와 유의할 만한 차이는 있으나 4 종류의 레진들에서 6 일째에서 대조군에 비해서는 세포수가 적게 나타났으나 실험 시작시 세포수보다는 더 많이 나타났다. 레진군끼리의 비교에서는 자가중합 레진과 광중합 레진 사이의 세포수에는 유의한 차이가 없었다. ($P > 0.05$)

아말감군은 4 시간째에는 세포수 감소가 많이 나타나고 그 이후는 증가된 양상을 보인 것은 Nakamura Kawahara²⁹⁾에 의한 실험결과와 일치하는 수에 의한 아말감의 초기독성 때문이라고 생각 된다.

Haruyuki 등³⁰⁾은 글래스 아이오노머의 세포독성 실험에서 경화시에 acrylic acid 의 polyanionic chains 이 metallic free ions(Al^{3+} , Ca^{2+} , Na^{+})과 교차결합이 일어나 완전히 경화된 것은 거의 세포독성이 없었다고 보고하였는데 본 실험에서도 글래스 아이오노머가 대조군을 제외한 실험군들 중에서 세포독성이 가장 낮게 나타났다.

현미경 관찰에서는 배양액만 사용한 대조군은 시간이 경과할수록 단층을 이루는 섬유아 세포수가 증가하고 세포돌기와 핵이 뚜렷해졌으나 레진을 사용한 실험군은 세포독성으로 인해 세포돌기가 없고 용기의 저면에 부착하지 못한 세포인 원형 세포가 관찰되었으며 레진의 종류에 따른 차이는 거의 없었다. 레진과 비교 실험한 아말감과 글래스 아이오노머 실험군에서는 아말감군은 4 시간에서는 원형세포가 관찰되었으며 글래스 아이오노머군은 초기에는 소수의 원형세포가 관찰되었으나 시간의 경과에 따라 단층을 이루는 세포수의 증가를 관찰할 수 있었다.

본 실험은 생체외에서 재료자체의 독성만을 평

가한 것으로서 위의 결과들이 실제환자에서의 레진수복 결과와 일치할 수는 없으나 다른 충전 재료에 비해 높은 독성을 나타내었으므로 현재 임상에서 사용되고 있는 레진재료가 생물학적으로 많이 개선되었다고는 하나 더 나은 재료개발을 위해 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

레진충진체에 대한 세포독성을 평가하고자 치수의 주요 구성세포인 섬유아세포를 배양하여 silux, P-50, microrest, clearfil 과 아말감, 글래스 아이오노머로 시편을 제작하여 각 군마다 10×10^4 cells/ml 개의 cell 을 주입하여 4 시간, 1 일, 3 일, 6 일에 세포수를 산정하여 레진군의 독성과 아말감, 글래스 아이오노머의 독성을 비교 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 6 일째에서 레진군들의 세포수 감소는 뚜렷하였으며 아말감, 글래스 아이오노머 및 대조군은 지속적인 증가를 나타냈다.
2. 아말감은 4 시간째에만 세포수 감소를 보이고 그후는 계속 증가하였으며, 글래스 아이오노머는 실험군들 중에서 세포수의 증가가 가장 많았다.
3. 레진군들에서 자가중합 레진과 광중합 레진의 세포수 감소는 통계적으로 유의한 차이가 없었다 ($P > 0.05$).
4. 4 시간째에 아말감 군에서 세포돌기가 없는 원형세포가 관찰되었고, 6 일에서는 레진군에서 많이 관찰되었으며 아말감과 글래스 아이오노머 실험군에서는 대조군에서와 같이 단층을 형성하는 세포수의 증가를 관찰할 수 있었다.

참 고 문 헌

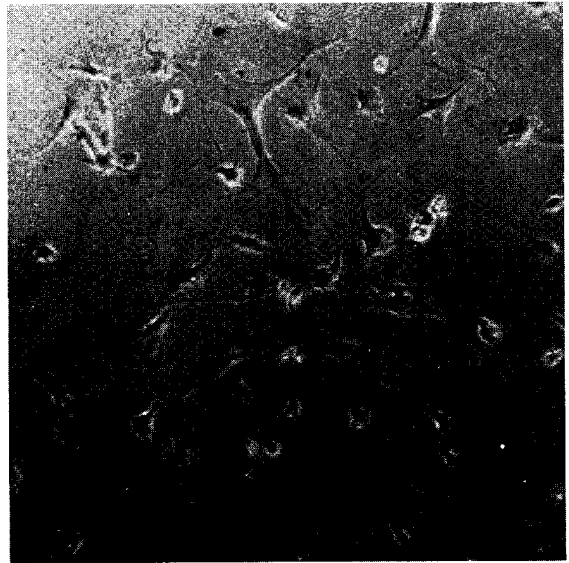
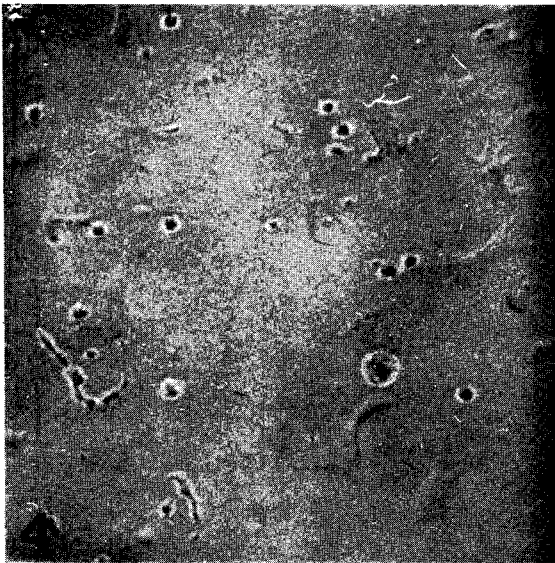
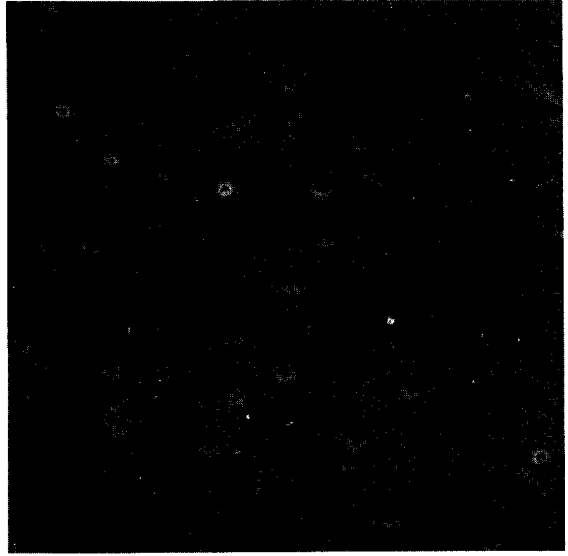
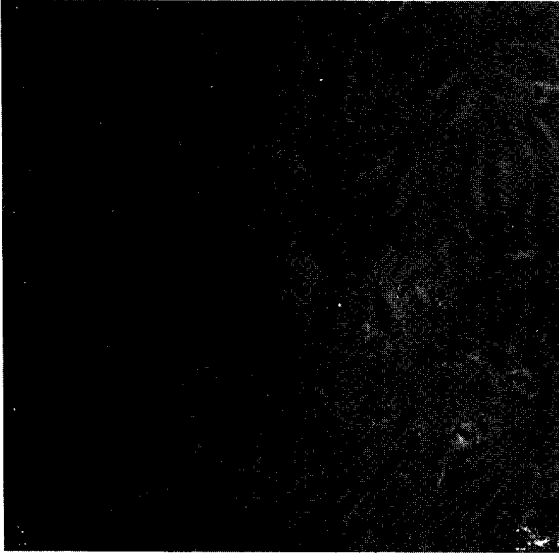
1. Nygaard - Ostby, B.: Pulp reactions to direct filling resins, J.A.D.A., 50: 7, 1955.
2. Jensen, M.E. and Chan, D.C.N.: Polymerization shrinkage and microleakage. In: Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials, G. Vanherle and D.C. Smith, Eds., St. Paul: 3M Company, 1985, p.243.
3. Eick, J.D. and Welch, F.H.: Dentin adhesives;

- Do they product the dentin from acid etching ?
 Quintessence Int., 17 : 533, 1986.
4. 권혁춘 : Silux 의 변연누출에 관한 실험적 연구, 대한치과의사협회지, 26 : 335, 1988.
 5. Adams, R.S., and Lord, G.H. : Preliminary histopathological study of new quartz - filled composite dental restorative material, J. Dent. Res., 50 : 474, 1971.
 6. Boksman, L, and Jordan, R.E. : A visible light - cured posterior composite resin ; Results of a 3 - year clinical evaluation, J.A.D.A., 112 : 672, 1986.
 7. Johnson, G.H. : Postoperative sensitivity of various direct posterior restorative systems, J. Dent. Res., 67 : 760, 1988.
 8. Kortland, P.J., Luxwolda, R.J., Swijnenburg, J.T., de Lange, C., and Bauch, J.R. : Clinical evaluation of four posterior composite resins ; One - year report, J. Dent. Res., 65 : 551, 1986.
 9. Wilson, N.H.F., Smith, G.A., and Wilson, M.A. : A clinical trial of a visible light - cured posterior composite resin restorative materials ; Three year results, Quintessence Int., 17 : 643, 1986.
 10. Pallesen, U., and Qvist, V. : Clinical evaluation of three posterior composite resins ; Two - year report, J. Dent. Res., 67 : 762, 1988.
 11. 양홍서, 박영준 : 복합레진의 조성변화가 물리적 성질에 미치는 영향에 관한 연구, 대한치과의사협회지, 27 : 185, 1989.
 12. Stanley, H.R., Going, R.E., and Chauncey, H.H. : Human pulp response to acid pretreatment of dentin and composite restoration, J.A.D.A., 91 : 817, 1975.
 13. Terakado, M., Yamazaki, M., Tsujimoto, Y., and Kawashima, T. : Lipid peroxidation as a possible cause or benzoyl peroxide lipid peroxidation in vitro, J. Dent. Res., 63 : 901, 1984.
 14. Stungis, T.E., and Fink, J.N. : Hypersensitivity to acrylic resin, J. Pros. Dent., 22 : 425, 1969.
 15. Nealey, E.T., and Del Rio, C.E. : Stomatitis venenata : Reaction of a patient to acrylic resin, J. Pros. Dent., 24 : 480, 1969.
 16. Qvist, V., and Stoltze, K. : Indentification of significant variables for pulpal reactions to dental materials, J. Dent. Res., 61 : 20, 1982.
 17. Goto, G., and Jordan, R.E. : Pulpal response to composite resin materials, J. Pros. Dent., 28 : 601, 1977.
 18. Bergenholtz, G., Cox, C.F., Loesche, W.J., and Syed, S.A. : Bacterial leakage around dental restorations ; Its effect on the dental pulp, J. Oral Pathol., 11 : 439, 1982.
 19. Stafford, G.D., and Brooks, S.C. : The loss of residual monomer from acrylic orthodontic resins, Dent. Mat., 1 : 135, 1985.
 20. Heys, R.J., Heys, D.R., Cox, C.F., and Avery, J.K. : Experimental observations on the biocompatibility of composite resins, Biocompatibility of dental materials, 3 : 131, 1982.
 21. Brännström, M. : Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment, Oper. Dent., 9 : 57, 1984.
 22. Brännström, M., Glantz, P.O., and Nordenvall, K.J. : Cavity cleaners and etchants, Biocompatibility of dental materials, 2 : 101, 1982.
 23. Krauser, J.T. : Hypersensitive teeth : Etiology, J. Pros. Dent. 56 : 153, 1986.
 24. Pashley, D.H., Michelich, V., and Kehl, T. : Dentin permeability ; Effects of smear layer removal, J. Pros. Dent., 46 : 531, 1981.
 25. Pallesen, U., and Qvist, V. : Clinical evaluation of three posterior composite resins ; Three - year report, J. Dent. Res., 67 : 138, 1988.
 26. Browne, R.M., and Tobias, R.S. : Microbial microleakage and pulpal inflammation, A Review, Endod. Dent. Traumatol., 2 : 177, 1986.
 27. Pashley, D.H. : Smear layer ; Physiological considerations, Oper. Dent. (Suppl.) 3 : 13, 1984.
 28. Van Noort, R., and Northeast, S.E. : The potential clinical consequences of the new dentin - bonding resins, Brit. Dent. J., 161 : 437, 1986.
 29. Nakamura, M., and Kawahara, H. : Cellular response to the dispersion amalgam, J. Dent. Res., 58 : 1780, 1979.
 30. Haruyuki, K, and Yoshitsugu, I, and Hiroshi, O. : Biologic evaluation on glass ionomer cement, J. Dent. Res., 58 : 1080, 1979.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 2. Cultured fibroblast exposed to control group on 6 day.(×100)
- Fig. 3. Cultured fibroblast exposed to silux group on 6 day.(×100)
- Fig. 4. Cultured fibroblast exposed to P-50 group on 6 day.(×100)
- Fig. 5. Cultured fibroblast exposed to clearfil group on 6 day.(×100)
- Fig. 6. Cultured fibroblast exposed to microrest group on 6 day.(×100)
- Fig. 7. Cultured fibroblast exposed to amalgam group on 4 hours.(×100)
- Fig. 8. Cultured fibroblast exposed to amalgam group on 6 day.(×100)
- Fig. 9. Cultured fibroblast exposed to glass - ionomer group on 6 day.(×100)

논문 사진 부도①



논문 사진 부도②

