

## 수종의 레진 모노머가 우식 유발성 세균의 활성화에 미치는 영향

서영주 · 국중기\* · 윤정훈\*\* · 김수관\*\*\* · 이난영 · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실, 구강생화학교실\*, 구강병리학교실\*\*, 구강악안면외과학교실\*\*\*

### 국문초록

이전의 연구에서 레진 재료를 포함한 여러 수복재료에서의 유출물이 우식 유발 세균의 성장에 영향을 줄 수 있다는 보고가 있었다. 이번 연구의 목적은 대표적인 우식 유발 세균인 *Streptococcus mutans*와 *Streptococcus sobrinus*의 성장에 대하여 레진을 구성하는 모노머들(Bis-GMA, TEGDMA, EGDMA, UDMA, HEMA, Camphoroquinone)이 어떠한 영향을 줄 수 있는지에 대하여 알아보고자 하는 것이다. 결과는 다음과 같다.

1. *S. mutans*와 *S. sobrinus*의 성장률은 6가지 레진 모노머 모두에서 0.03 mmol/L의 농도에서 유의할만하게 감소되었다.
2. *S. mutans*의 성장률은 0.01 mmol/L 농도의 UDMA와 0.005 mmol/L, 0.01 mmol/L 농도의 Camphoroquinone에서 대조군에 비하여 유의할만하게 감소되었다.
3. *S. sobrinus*의 성장률은 0.01 mmol/L 농도의 HEMA, UDMA와 0.005 mmol/L, 0.01 mmol/L 농도의 Camphoroquinone에서 대조군에 비하여 유의할만하게 감소되었다.
4. *S. sobrinus*의 성장률은 0.001, 0.01, 0.03 mmol/L 농도에서 대조군에 비하여 유의할만한 감소를 보였으며 각 실험군들 간에도 통계학적으로 유의할만한 차이를 보였다.

이상의 결과를 종합하면 레진 모노머를 적용한 모든 군에서 적용하지 않은 양성 대조군에 비해 두 세균의 증식률이 감소되었으며, 세균의 성장을 촉진하지 않는 것으로 사료된다.

**주요어** : 레진 모노머, *S. mutans*, *S. sobrinus*

### I. 서론

사람들의 심미적 욕구상승과 더불어 수복 재료가 점차 개선되어 감에 따라 치아우식증의 수복재로서 복합레진의 사용이 크게 증가하였다<sup>1)</sup>. 이러한 복합레진의 발전과 함께, 상아질 결합제 또한 그동안 상당히 개선되어 복합레진과 컴포머를 유치와 영구치에 접착시키는 능력을 향상시킴으로써 이러한 재료들

이 소아치과 분야에서도 많이 사용되는 계기가 되었다<sup>2)</sup>. 그러나, 여러 장점에도 불구하고 아직까지 복합레진은 수축으로 인한 미세누출, 치태축적의 증가 및 구강위생상태가 불량한 어린이에게서 이차우식의 가능성, 중합 후 유출물로 인한 세포 및 세균에의 영향 등의 문제점 등을 가지고 있다. 한편, 복합레진 수복재료 혹은 활택되지 않은 면이 금속면 혹은 활택된 면에 비해 *S. mutans*가 더욱 쉽게 집락화되는 경향을 보이며<sup>3)</sup>, *S. mutans*의 축적은 레진이 아말감에 비해 많이 이루어진다는 보고가 있으며<sup>4)</sup>, 수복재료는 치태로의 박테리아의 부착 뿐 아니라 치태 내의 *S. mutans*의 수치에도 영향을 줄 수 있다고 하였다<sup>5)</sup>.

이 논문은 2004년도 두뇌한국 21 사업에 의하여 지원되었음. *S. mutans*는 열구내 우식을 일으키는 주요 세균으로 알려지고 있는데, 치아열구내 주로 존재하고 다른 세균과 비교하여 같

교신저자 : 이상호

광주광역시 동구 서석동 375번지

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 062-220-3860 Fax : 062-225-8240

E-mail : shclee@chosun.ac.kr

\* 이 논문은 2004년도 두뇌한국 21 사업에 의하여 지원되었음.

은 시간 내 그 수치가 크게 증가한다. *S. mutans*는 교합면 소와 열구 및 평활면 우식 등 모든 형태의 치아우식을 유발하며, 개개인의 우식활성도간에 매우 높은 상관관계가 있음이 보고되고 있다<sup>6)</sup>. *S. sobrinus* 또한 *S. mutans* 못지않게 치아우식증의 주요 원인균으로 작용하며 *S. mutans*와 함께 종종 치태상에서 발견된다<sup>7-12)</sup>.

Lundgren 등<sup>13)</sup>은 *S. mutans*와 *S. sobrinus*가 함께 존재할 때 우식발생이 증가된다고 보고하기도 하였다. 이러한 주요 우식 유발 세균인 *S. mutans*와 *S. sobrinus*가 다른 수복재료에 비해 복합레진 상에서 높은 집락화를 보이는 것은 단지 레진 표면의 거칠기 때문만은 아니라 하였으며<sup>14)</sup>, 정확한 원인은 알 수 없지만<sup>20)</sup>, 복합레진이 우식 유발성 세균의 증식뿐 아니라 우식유발에 필수적인 치태의 형성에 영향을 준다는 사실을 알 수 있다.

한편 methacrylate를 주 성분으로 한 수복재료로부터 유출된 잔존 레진 모노머의 부작용에 대한 많은 문제가 제기되고 있는데<sup>15-20)</sup>, 이에 대한 연구에 의하면 복합레진은 세포독성을 지니고 있으며<sup>21,22)</sup>, 유출 성분의 양과 구성이 레진의 세포독성 정도를 결정하는 중요한 요소라고 하였다<sup>23)</sup>. 이와 같은 유출물은 레진, 상아질 결합제 등에서 있을 수 있으며, 유출물은 유전독성, 돌연변이 및 발암 효과를 보인다는 여러 보고가 있다<sup>24-26)</sup>. 미반응 레진 모노머가 유출될 경우 피부, 구강, 위장점막, 상아질, 치수를 통하여 몸으로 흡수될 수 있으며<sup>27)</sup>, 복합레진의 수분 흡수성, 용해성, 감성 등도 독성 반응을 야기할 수 있는 요인으로 알려지고 있다<sup>28)</sup>. 모노머의 이러한 작용은 구강내 세균에서도 일어날 수 있는데, 최근 Karanika 등<sup>29)</sup>은 모든 상아질 결합 시스템과 polyacid-modified 복합레진이 *S. mutans*, *L. salivarius*, *S. sobrinus*, *A. viscosus* 등의 성장을 억제하고, 일반적으로 대부분의 결합제가 박테리아 성장을 방해한다고 보고한 바 있다.

그러나, 이와는 반대로, Hansel 등<sup>30)</sup>은 오히려 Superlux 용출물과 EGDMA, TEGDMA 등은 중요 우식 유발 세균인 *L. acidophilus*와 *S. sobrinus*의 증식을 촉진시킬 수도 있다 하였으며, 레진 모노머의 농도에 따른 실험에서 EGDMA는 5mmol/L의 농도에서보다 0.2mmol/L에서 *S. sobrinus*의 성장이 촉진되었으며, TEGDMA에서는 5mmol/L, 1mmol/L, 그리고

0.2mmol/L 순으로 성장이 촉진되었다고 보고하였다. 또한 박 등<sup>31)</sup>은 광중합 레진 전색제의 10분 용출액의 1/4 농도에선 *S. mutans*의 성장을 억제시킨 반면 1시간 용출액은 성장을 촉진시켰다고 보고하였다. 이는 복합레진에서의 치태축적과 세균의 증가가 잔존 모노머의 작용에 의한 것일 수 있음을 말해주는 것이라 할 수 있다.

이와 같이 중합에 의해 경화가 이루어지는 복합레진 등과 같은 물질로부터 미반응 레진 모노머가 구강내로 유출되어 구강내 우식 유발 세균의 증식을 억제한다는 견해와 증식을 촉진한다는 상반되는 견해가 존재한다. 이에 본 연구에서는 대부분의 복합레진의 주성분인 6종의 레진 모노머가 각각 치아 우식 발생 주요 원인균인 *S. mutans*와 *S. sobrinus*의 증식률에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 알아보고자 한다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 모노머

본 연구에서 사용된 레진 모노머는 Table 1과 같다.

CQ를 제외한 레진 모노머의 농도는 여러 문헌상의 High performance liquid chromatography(HPLC)를 이용한 정량 분석을 통해 경화된 복합레진으로부터 유출되는 미반응 레진 모노머의 주요농도인 0.01mmol/L를 기준으로 0.03mmol/L, 0.01mmol/L, 0.001mmol/L, 0.0001mmol/L으로 적용하였고, CQ에서는 0.03mmol/L 대신 0.005mmol/L의 농도를 적용하였다.

#### 2) 세균

본 실험에 사용한 세균은 *S. mutans* ATCC 27215와 *S. sobrinus* KCTC 3308로 한국 생명공학 연구소 유전자원센터 유전자은행(Korean Collection for Type cultures, Taejon, Korea)에서 분양받았다. 각각의 세균은 Todd Hewitt(TH) broth 또는 MSB agar plate에서 37°C 탄산가스 배양기에서 배양하여 사용하였다.

**Table 1.** Resin monomer and manufacturer

Monomer	Manufacturer
Bis-glycidyl dimethacrylate(Bis-GMA)	Kulzer Gmbh Co., Germany
Triethyleneglycol dimethacrylate(TEGDMA)	SIGMA CO., USA
Ethylenglycol dimethacrylate(EGDMA)	MERCK-Schuchardt., Germany
Hydroxyethyl methacrylate(HEMA)	MERCK-Schuchardt., Germany
Urethane dimethacrylate(UDMA)	Kulzer Gmbh Co., Germany
Camphorquinone(CQ)	MERCK-Schuchardt., Germany

2. 실험방법

1) 세균배양

수중의 레진 모노머의 적용에 따른 *S. mutans* ATCC 25175와 *S. sobrinus* KCTC 3308의 증식 억제효과를 알아보기 위하여 각각의 세균을 TH broth에서 1일 동안 배양한 다음 1군락을 선택하여 10ml에 접종하여 16시간동안 배양하고 595 nm의 파장에서 흡광도(A595)를 측정하여 흡광도가 0.05가 되도록 세균 배양액에 희석하였다.

2) 수중의 복합레진 모노머가 치아우식 유발 세균의 증식에 미치는 영향 평가

세포배양액 100μl를 각각 다른 농도의 레진 모노머에 넣고 1시간, 2시간, 4시간, 6시간, 8시간, 10시간, 12시간, 16시간, 20시간마다 세균의 성장 정도를 알아보기 위하여 Microplate Autoreader를 이용하여 595nm의 파장에서 흡광도(A595)를 측정하였다. 또한 양성 대조군으로는 레진 모노머를 포함하지 않는 배지를 사용하였으며, 음성 대조군으로는 100μg/ml의 amoxicillin을 첨가한 배지에 세균을 실험군과 동량 접종하여 동일한 방법으로 배양 및 측정하였다.

3. 통계학적 분석

레진 모노머의 농도와 시간에 따른 세균의 증식률에 대한 실험을 통하여 얻어진 자료는 반복측정 ANOVA를 통해 주어진 시간경과에 따른 대조군과 각각의 실험군들 사이의 통계적 유의성을 검정하였으며, Duncan's test를 통해 사후검정을 시행하였다.

Ⅲ. 실험 성적

1. *S. mutans*의 증식률의 평가

Fig. 1~6은 각각의 레진 모노머의 농도와 배양시간에 따른 *S. mutans*의 성장을 평가하고 있는 흡광도(A595)의 평균과 표준편차를 나타낸 그래프이다. 레진 모노머를 적용한 직후에는 모든 군들 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. Bis-GMA, TEGDMA, EGDMA, HEMA를 적용한 경우 0.03mmol/L 농도의 실험군에서 양성 대조군에 비해 *S. mutans* 증식률의 유의할 만한 감소를 보였으나(P<0.01), 이보다 낮은 농도의 실험군에서는 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 한편, UDMA에선 0.03, 0.01mmol/L에서, CQ에선 0.01, 0.005mmol/L 농도의 실험군에서 *S. mutans* 증식률의 유의할 만한 감소를 보였다(P<0.01). TEGDMA를 적용한 경우 0.01mmol/L 농도의 실험군에서 다른 농도에 비하여 *S. mutans*의 증식률의 유의할 만한 증가를 보였으나(P<0.01), 양성 대조군과는 차이를 보이지 않았다. EGDMA, HEMA, UDMA를 각각 적용한 경우 0.001mmol/L 농도의 실험군이 더 낮은 농도인 0.0001mmol/L 농도의 실험군에 비해 *S. mutans* 증식률이 더 높았으나 유의할 만한 차이를 보이진 않았다.

2. *S. sobrinus*의 증식률 평가

Fig. 7~12는 각각의 레진 모노머의 농도와 배양시간에 따른 *S. sobrinus* 성장을 평가하기 위해 흡광도(A595)의 평균과 표준편차를 나타낸 그래프이다. *S. mutans*와 마찬가지로 레진 모노머를 적용한 직후에는 모든 군들 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

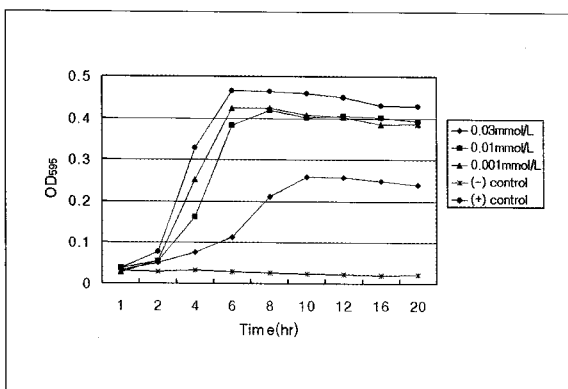


Fig. 1. Effect of Bis-GMA on growth rate of *S. mutans* according to the concentration.

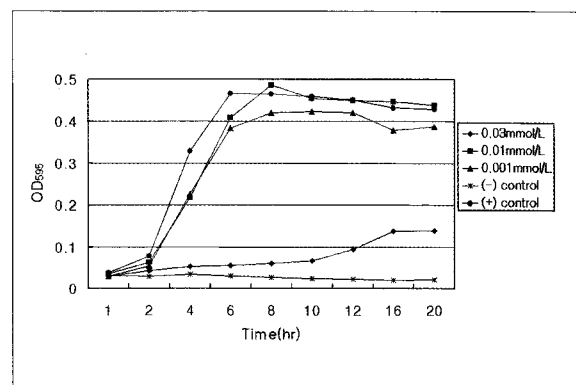
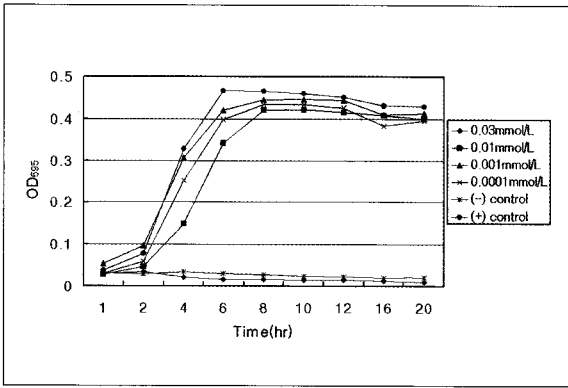
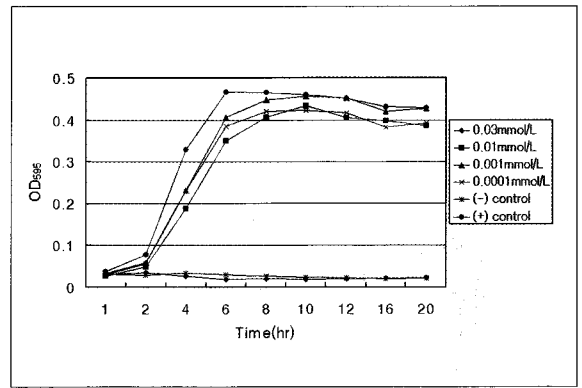


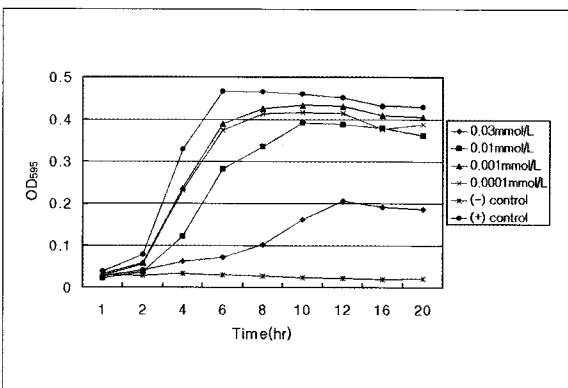
Fig. 2. Effect of TEGDMA on growth rate of *S. mutans* according to the concentration.



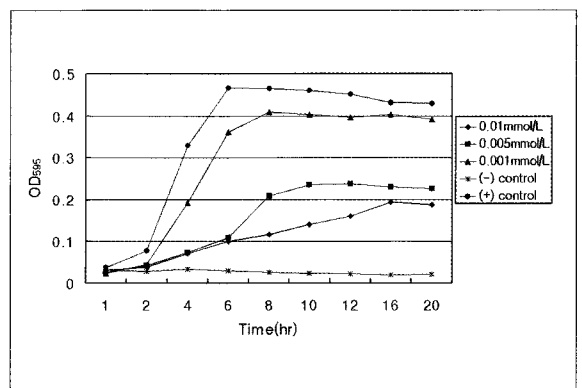
**Fig. 3.** Effect of EGDMA on growth rate of *S. mutans* according to the concentration.



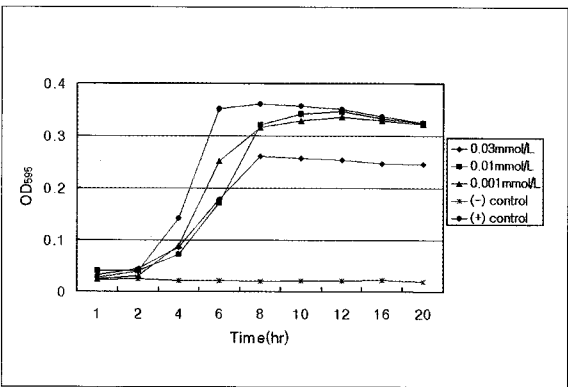
**Fig. 4.** Effect of HEMA on growth rate of *S. mutans* according to the concentration.



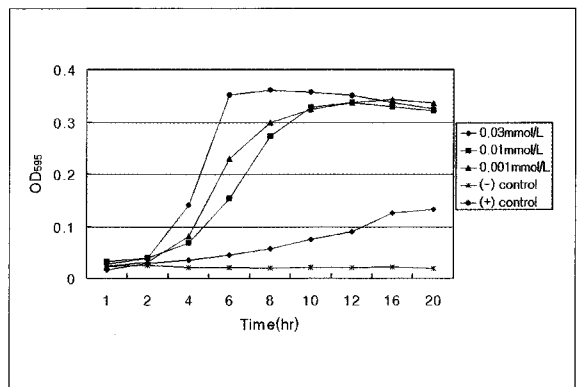
**Fig. 5.** Effect of UDMA on growth rate of *S. mutans* according to the concentration.



**Fig. 6.** Effect of CQ on growth rate of *S. mutans* according to the concentration.



**Fig. 7.** Effect of Bis-GMA on growth rate of *S. sobrinus* according to the concentration.



**Fig. 8.** Effect of TEGDMA on growth rate of *S. sobrinus* according to the concentration.

Bis-GMA, TEGDMA를 적용한 경우 0.03mmol/L 농도의 실험군에서 양성 대조군에 비해 *S. sobrinus* 증식률의 유의할 만한 감소를 보였으나( $P < 0.01$ ), 낮은 농도의 실험군에서는 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 한편, UDMA에선 0.03, 0.01 mmol/L에서, CQ에선 0.01, 0.005mmol/L 농도의 실험군에서

*S. sobrinus* 증식률의 유의할 만한 감소를 보였다( $P < 0.01$ ). 반면, EGDMA와 HEMA를 적용한 경우 농도가 증가할수록 *S. sobrinus* 증식률이 감소함을 보였으며 모든 실험군들 간에 유의할 만한 차이를 보였다( $P < 0.01$ ).

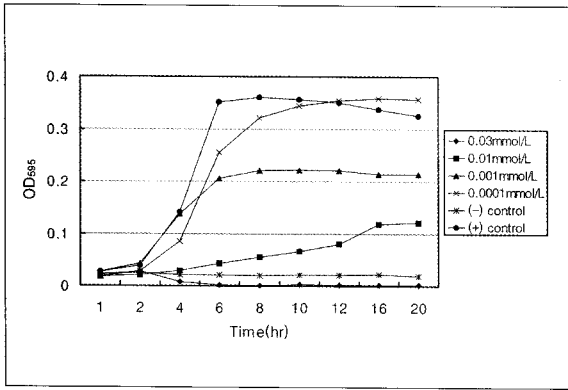


Fig. 9. Effect of EGDMA on growth rate of *S. sobrinus* according to the concentration.

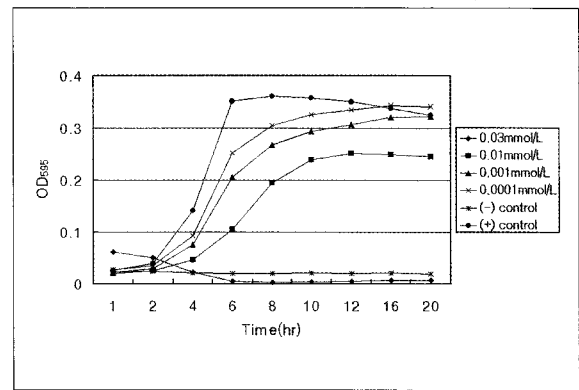


Fig. 10. Effect of HEMA on growth rate of *S. sobrinus* according to the concentration.

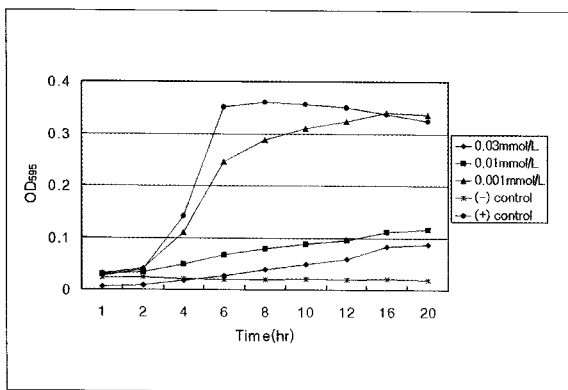


Fig. 11. Effect of UDMA on growth rate of *S. sobrinus* according to the concentration.

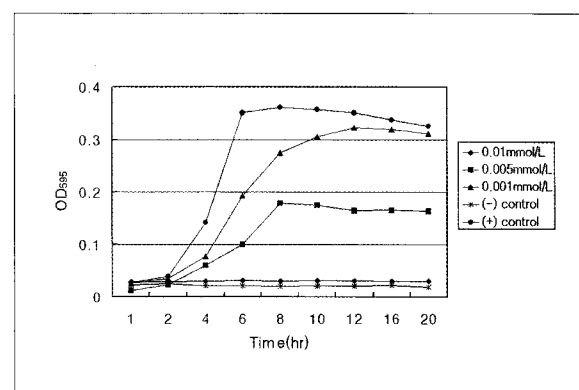


Fig. 12. Effect of CQ on growth rate of *S. sobrinus* according to the concentration.

#### IV. 총괄 및 고안

치태상의 *S. mutans*는 열구내 우식을 일으키는 주요 세균으로 입증되었다. *S. mutans*는 치태내에서 살아있는 세포수의 대부분을 차지하며<sup>32)</sup>, 자연스럽게 치아열구내 주로 나타나고 다른 세균과 비교하여 시간 내 그 수치가 크게 증가한다. *S. mutans*는 교합면 소와 열구 및 평활면 우식 등 모든 형태의 치아 우식을 일으키며, 여러 문헌에서 치아우식 경험과 *S. mutans*의 수는 측정된 우식활성도와 매우 높은 상관관계가 있음을 보고하였으며, 최근 연구에 의하면 사람들의 임상적 우식 경험도와 *S. mutans*의 실험실상 우식 잠재력 사이에 뚜렷한 관계가 있다고 보고하였다<sup>33)</sup>. *S. sobrinus* 또한 우식 활성이 높은 사람의 치태 내에서 더 자주 발견되었다<sup>12)</sup>. *S. sobrinus* strain이 *S. mutans* strain보다 더 낮은 pH에서 더 높은 산 생성을 보였으며<sup>33)</sup>, 쥐에서 *S. sobrinus*가 *S. mutans*보다 더 우식을 일으키는 성향이 강하다고 하였다<sup>34)</sup>. Lundgren 등<sup>13)</sup>은 *S. mutans*와 *S. sobrinus*가 함께 존재할 때 우식발생이 증가된다고 보고하기도 하였다. 이에 두 세균 모두 우식 유발에 중요한 역

할을 한다고 볼 수 있을 것이다.

한편, 복합레진 수복물 주위에는 범랑질이나 아말감 수복물에서보다 치태가 잘 침착되는 것으로 알려져 있으며, 이러한 치태는 치아우식증의 유발에 있어 가장 중요한 인자이다. 일반적으로 치태의 양은 수복물 표면의 거칠기와 관련되어 증가된다고 알려져 있으나, 표면거칠기와 관계없이 수복재의 특성에 영향을 받는다는 주장도 제기된 바 있으며<sup>14)</sup>, 치태내의 *S. mutans*의 비율이 복합레진에서 가장 높은 것으로 보고된 바 있다<sup>35)</sup>. 이러한 연구들을 통하여 볼 때 복합레진에서 더 많은 치태가 생기는 경향에 대한 기전에 대한 정확한 원인은 알 순 없지만<sup>35)</sup>, 복합레진이 우식 유발성 세균의 증식뿐 아니라 우식유발에 필수적인 치태의 형성에 영향을 준다는 사실을 알 수 있다.

복합레진은 주로 무기 필러입자를 둘러싸는 레진 기질로 구성된다. 레진 기질의 주된 구성요소는 레진 모노머와 중합을 위한 개시제/촉진제 시스템이다. 레진 모노머 중 Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, benzoyl peroxide methyl methacrylate는 복합레진의 주요 구성성분이다<sup>36)</sup>. Bis-GMA는 그 화학안정성으로 인하여 레진의 기질로 가장 널리 쓰인다. Bis-

GMA가 고도로 점도가 있기 때문에, 더 짧고 유동성 있는 EGDMA와 TEGDMA를 사용한다. 1970년대에는 다른 diacrylate monomer인 UDMA가 치과용으로 채택되었다. HEMA는 비교적 친수성이라 smear layer를 통과하여 상아질에 미세기계적, 화학적 결합력을 증진시키며 접착형 레진과 공중합을 이룬다<sup>37)</sup>. 여러 화학적 구성물 중 혼성중합체(ethylene glycol), HEMA, 개시제(camphorquinone), TEGDMA 등이 유출되는데 이중 TEGDMA, HEMA 등을 많이 유출하는 상아질 결합체가 세포에 대해 높은 독성을 보였다<sup>38)</sup>. 3T3 cell과 fibroblast에 대한 세포독성 실험을 해본 결과 강도(Bis-GMA, UDMA)와 중등도(HEMA, BEMA, CQ)의 세포독성 효과를 평가하였다<sup>39)</sup>. 또한, 다른 레진 모노머들의 결합이 레진 모노머 단독으로 작용하는 것보다 더 유해하다<sup>40)</sup>는 보고도 있다. Jontell 등<sup>41)</sup>은 T-lymphocyte를 이용한 실험에서 UDMA, Bis-GMA, TEGDMA, BPA 등은 낮은 농도에서 세포의 증식을 보였으며, 높은 농도에서는 camphoroquinone을 제외하고는 세포의 증식 억제를 관찰한 바 있으며, 이는 미반응 모노머가 면역계의 이상을 초래할 수 있다고 주장하였다. 이 같은 세포에 대한 모노머의 부작용과 더불어 레진의 미반응 모노머가 세균의 증식에 미치는 영향에 관하여 Hansel 등<sup>30)</sup>은 Arabes의 용출물 및 Bis-GMA, UDMA는 *L. acidophilus*의 성장을 억제한 반면, Superlux 용출물과 EGDMA, TEGDMA는 *S. sobrinus*와 *L. acidophilus*의 총 성장을 촉진한 것으로 보고한 바 있다. 또한, 레진 모노머의 농도에 따른 실험에서 EGDMA는 5mmol/L의 농도에서보다 0.2mmol/L에서 *S. sobrinus*의 성장이 촉진되었으며, TEGDMA에서는 5mmol/L, 1mmol/L, 그리고 0.2mmol/L 순으로 성장이 촉진되었다고 보고하였다. 박 등<sup>31)</sup>은 광중합 레진 전색제의 10분 용출액의 1/4 농도에선 *S. mutans*의 성장을 억제시킨 반면 1시간 용출액은 촉진시켰으며, 10분 용출액의 1/4농도에서 *S. sobrinus*의 성장을 억제시켰으나 1시간, 12시간, 24시간 용출액은 세균의 성장에 영향을 주지 않았다고 보고한 바 여러 학자들의 결과를 종합하여 보면 복합레진의 구성성분 및 농도에 의해 세포의 성장이 억제되거나 세균의 성장이 촉진될 수 있다는 사실을 알 수 있다.

이에 본 연구에선 복합레진을 구성하는 6가지 레진 모노머를 다른 농도로 적용하여 시간에 따라 구강 내 주요 우식 유발 세균인 *S. mutans* 및 *S. sobrinus*의 증식을 촉진시키는지를 평가해 본 결과, 레진 모노머를 적용한 실험군 모두 대조군에 비해 세균의 증식을 억제하였으며, 0.03mmol/L 농도의 모든 레진 단량체에서 증식률이 유의할만하게 감소되었으며, 0.01mmol/L 농도의 UDMA와 0.01, 0.005mmol/L 농도의 CQ에서도 *S. mutans* 증식률이 유의할만한 감소를 보였으며, 0.01mmol/L의 HEMA에서도 *S. sobrinus* 증식률이 유의할만한 감소를 보였다. 대부분 낮은 농도의 레진 단량체를 적용한 경우 양성 대조군에 비해 유의할만한 차이를 보이지 않았으나, EGDMA를 적용한 경우 농도가 증가할수록 *S. sobrinus*의 증식률이 대조군에 비해 유의할만하게 감소되었다.

Inoue와 Hayashi<sup>40)</sup>는 tetrahydrofuran(THF)에서 경화된 직후 복합레진에서 잔존 모노머의 농도를 알아본 바 복합레진의 초기 중량의 0.5에서 1.2%만이 유출되었다 하였으며, 물에서 14일 동안 원래 복합레진 중량의 0.05~0.12%만이 유출될 것이라 하였다. 그러나, Tanaka 등<sup>42)</sup>은 Bis-GMA/TEGDMA로 구성된 콤포지트에서 미반응 모노머 중 가장 많은 것이 TEGDMA라 하였으며, 콤포지트 중량의 1.5~2.0% 가량이 TEGDMA로 유출된다 하였다<sup>43)</sup>. 이러한 점을 고려할 때 많은 양이 유출되는 TEGDMA와 EGDMA는 더 높은 농도에서의 세균 성장에 관하여 알아볼 필요가 있으나, 본 연구상에선 0.03mmol/L이상의 TEGDMA와 EGDMA의 농도에서 세균의 성장이 크게 억제되는 양상을 보였다. 이는 Hansel 등의 연구에서는 두 성분이 유사한 농도상에서 세균의 성장을 촉진하였던 것과는 차이가 있는 것으로 이는 여러 연구에서와 같이 복합레진 재료의 차이 및 경화된 복합레진에서 미반응 모노머의 용출정도와 모노머의 성분의 비율이 용출시간에 따라 다르고 세균의 종에 따른 차이 때문일 것으로 생각된다. 여러 요소가 재료상에서 성분의 유출에 영향을 미치며 이는 용매의 극성, 중합정도, 유출 성분의 크기와 화학적 구성 등에 의해 유출량이 영향을 받을 수 있다. 또한 다공성과 두께에 의해서도 영향을 받을 수 있다고 하였다<sup>44)</sup>. 완전한 중합을 이루기 위한 많은 노력과 광원의 개발 및 발전에도 불구하고, 여전히 미반응 모노머의 잔존은 간과할 수 없는 부분이며, 제품에 따른 모노머의 성분분석과 정량분석을 통해 용출시간에 따른 용출성분 및 농도를 측정하여 여러 구강내 산 생성 세균에 대해 각각의 레진 모노머가 미치는 영향에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### IV. 결 론

본 연구는 복합레진을 구성하는 수종의 레진 모노머가 치아 우식 발생 원인균인 *S. mutans*와 *S. sobrinus*의 증식에 미치는 영향을 평가하고자 여러 농도로 각각의 레진 모노머를 적용하여 Todd Hewitt(TH) broth 또는 MSB agar plate에서 세균을 20시간 배양한 후, 2시간 간격으로 흡광도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 모든 레진 모노머의 0.03mmol/L 농도에서 *S. mutans*와 *S. sobrinus* 모두 증식률이 유의할만하게 감소되었다 (P<0.01).
2. UDMA의 경우 0.01mmol/L에서, CQ의 경우 0.005, 0.01mmol/L 농도에서도 *S. mutans* 증식률이 유의할만한 감소를 보였다(P<0.01).
3. HEMA와 UDMA의 경우 0.01mmol/L에서, CQ의 경우 0.01, 0.005mmol/L 농도에서도 *S. sobrinus*의 증식률이 유의할만한 감소를 보였다(P<0.01).
4. EGDMA의 경우 0.001mmol/L을 제외한 0.001, 0.01, 0.03mmol/L에서 *S. sobrinus*의 증식률이 대조군에 비해

유의할만한 감소를 보였으며, 실험군들 간에 유의할만한 차이를 보였다(P<0.01).

이상의 결과를 요약해 보면, 레진 모노머를 적용한 모든 군에서 적용하지 않은 양성 대조군에 비해 두 세균의 증식률이 감소되었으며, 세균의 성장을 촉진하지 않는 것으로 사료된다. 또한, 레진 모노머의 성분 종류와 농도에 따라 세균의 증식률에 미치는 영향에도 차이가 있었으며, 두 세균 사이에서도 모노머 적용시 증식률에 차이가 있음을 알 수 있다.

참고문헌

1. Manhart J, Garcia-Godoy F, Hickel R : Direct posterior comp site restorations : Clinical results and new developments. *Dent Clin N Am*, 46:303-339, 2002.
2. Edward J, Swift Jr : Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24:5, 2002.
3. Gunyakti N, Gur G, Misirliligil A : In vivo adhesion of Streptococcus mutans on amalgam and composite restorative materials. *Ankara Univ Hekim Fak Derg*, 17(1):83-6, 1990.
4. Zalkkind MM, Keiser O, Ever-Hadani P, et al. : Accumulation of Streptococcus mutans on light-cured composites and amalgam: an in vitro study. *J Esthet Dent*, 10(4):187-90, 1998.
5. Skjørland KK : Plaque accumulation on different dental filling materials. *Scand J Dent Res*. 81:538-545, 1973.
6. Macpherson LMD, MacFarlane TW, Geddes DAM, et al. : Assessment of the cariogenic potential of streptococcus mutans strains and its relationship to in vivo caries experience. *Oral microbiol. Immun*, 7:142-147, 1992.
7. Emilson CG, Carlsson P, Bratthall D : Strains of mutans streptococci isolated in a population with extremely low caries prevalence are cariogenic in the hamster model. *Oral Microbiol Immunol*, 2:183-186, 1987.
8. Holbrook WP, Beighton D : Streptococcus mutans levels in saliva and distribution of serotypes among 9-year-old Icelandic children. *Scand J Dent Res*, 95:37-42, 1987.
9. Huis in't Veld JH, van Palenstein Helderma WH, Backer Dirks O : Streptococcus mutans and dental caries in humans: A bacteriological and immunological study. *Antonie van Leeuwenhoek*, 45:25-33, 1979.
10. Kohler B, Bjarnason S : Mutans streptococci, lactobacilli and caries prevalence in 11- and 12-year-old Icelandic children. *Community Dent Oral epidemiol*, 15:332-335, 1987.
11. Kohler B, Bratthall D, Krasse B : Preventive measures in mothers influence the establishment of the bacterium streptococcus mutans in their infants. *Arch Oral biol*, 28:225-231, 1983.
12. Huis in't Veld JH, Drost JS, Havenaar R : Establishment and localization of mixtures of streptococcus mutans serotypes in the oral cavity of the rat. *J Dent Res*, 61:1199-1205, 1982.
13. Lundgren M, Emilson CG, Osterberg T : Root caries and some related factors in 88-year-old carriers and non-carriers of streptococcus sobrinus in saliva. *Caries Res*, 32:93-99, 1998.
14. Barsotti O, Morrier JJ, Rocca JP, et al. : Initial colonization of composite resins by Streptococcus mutans: the influence of polishing. *Rev Odontostomatol*, 18(3):213-20, 1989.
15. Athas WF, Gutzke GE, Kubinski H : In vitro studies of the carcinogenic potential of orthodontic bonding materials. *Ecotoxocol Environ Safety*, 3:401-10, 1979.
16. Fujisawa S, Imai Y, Kajima K, et al. : Studies of the hemolytic activity of bisphenol A diglycidyl methacrylate(Bis-GMA). *J Dent Res*, 57:98-102, 1978.
17. Fujisawa S, Masuhara W : Binding of Methyl methacrylate to bovine serum albumin. *J Dent Res*, 59:2056-61, 1980.
18. Harsanyi BB, Angelopoulos AP, Gourley JM : Subcutaneous tissue response to composite resin in the dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 37:308-19, 1974.
19. Hume WR, Hood AM : Cytotoxicity comparison between composite resins containing di-, tri-, or tetra-ethyleneglycol dimethacrylate. *J Dent Res*, 70:423, 1991.
20. Imai Y, Watanabe A, Chang P-I, et al. : Evaluation of the biologic effects of dental materials using a new cell culture technique. *J Dent Res*, 61:1024-7, 1982.
21. Hensten-Pettersen A, Jacobse N : Toxic effects of dental materials. *Int Dent J*, 41:265, 1991.
22. Meryon SD, Browine RM : Evaluation of the cytotoxicity of four dental materials in vitro assessed

- by cell viability and enzyme cytochemistry. *Journal of Oral Rehabilitation*, 10:363, 1983.
23. Nasu I, Miyake E, Hirabayashi S, et al. : Composition of various visible light-cured composite resins and elution of residual monomer from these cured resins. *Jpn J Dent Mater*, 3:655-64, 1984.
  24. Heil J, Reifferscheid G, Waldmann P, et al. : Genotoxicity of dental materials. *Mut Res Genet Toxicol Test*, 368:181-194, 1996
  25. Olea N, Pulgar R, Perez P, et al. : Estrogenicity of resin-based composites and sealants used in dentistry. *Environ. Health Perspect*, 104:298-305, 1996.
  26. Schweikl H, Schmalz G, Bey B : Mutagenicity of dentin bonding agents. *J Biomed Mater Res*, 28:1061-1067, 1994.
  27. Schafer TE, Lapp CA, Hanes CM, et al. : Estrogenicity of bisphenol A and bisphenol A dimethacrylate in vitro. *J Biomed Mater Res*, 45:192, 1998.
  28. Davidson WM, Sheinis EM, Shepherd SR : Tissue reaction to orthodontic adhesives. *Am J Orthod*, 82:502-7, 1982.
  29. Karanika-Kouma A, Dionysopoulos P, Koliniotou-Koubia E. et al. : Antibacterial properties of dentin bonding systems, polyacid-modified composite resins and composite resins. *J Oral Rehabil*, 28(2):157-60, 2001.
  30. Hansel C, Leyhause G, Mai UEH, et al. : Effects of various resin composite. (Co)monomers and extracts on two caries-associated micro-organisms in vitro. *J Dent Res*, 77:60-67, 1998.
  31. 박성규 : 미반응 레진 단량체가 우식 유발성 세균의 활성에 미치는 영향. *조선대학교대학원, 석사 학위 논문*, 2002.
  32. Hardie JM, Thomson PL, South RJ, et al. : A longitudinal epidemiological study on dental plaque and the development of dental caries-interim results after two years. *J Dent Res*, 56:C90-C98, 1997.
  33. DeSoet JJ, Toors FA, de Graaff J : Acidogenesis by oral streptococci at different pH values. *Caries Res*, 23:14-17, 1989.
  34. De Soet JJ, van Loveren C, Lammens AJ, et al. : Differences in cariogenicity between fresh isolates of streptococcus sobrinus and streptococcus mutans. *Caries Res*, 25:116-122, 1991.
  35. Svanberg M, Mjor IA, Ørstavik D : Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass-ionomer restoration. *J Dent Res*, 69(3):861-864, 1990.
  36. Muller H, Olsson S, Soderholm KJ : The effect of comonomer composition, silane heating, and filler type on aqueous TEGDMA leachability in model resin composite. *Eur J Oral Sci*, 105: 362, 1997.
  37. Van Meerbeek B, Vanherle G, Lambrechts P, et al. : Dentin and enamel-bonding agents. *Curr Opin Dent*, 2:117-127, 1992.
  38. Geurtsen W, Spahl W, Muller K, et al. : Aqueous extracts from Dentin Adhesives Contain Cytotoxic Chemicals. *J Biomed mater Res*, 48:772-777, 1999.
  39. Geurtsen W, Lehmann F, Spahl W, et al. : Cytotoxicity of 35 dental resin composite monomers/additives in permanent 3T3 and three human primary fibroblast culture. *J Biomed Mater Res*, 41:474-480, 1998.
  40. Inoue I, Hayashi I : Residual monomer (Bis-GMA) of composite resins. *J Oral Rehabil*, 9:493-7, 1982.
  41. Jontell M, Hanks CT, Bratel J, et al. : Effects of un-polymerized resin component on the function of accessory cells. derived from the Rat incisor pulp. *J Dental Res*, 74:1162-1167, 1995.
  42. Tanaka K, Taira M, Shintani H, et al. : Residual monomers(TEGDMA and Bis-GMA) of a set visible-light-cured dental composite resin when immersed in water. *J Oral Rehabil*, 18:353, 1991.
  43. Ferracane JL, Condon JR : Rate of elution of leachable components from composite. *Dental Materials*, 6:282, 1990.
  44. Nathanson D, Lertpitayakun P, Lamkin MS, et al. : In vitro elution of leachable components from dental sealants. *J Am Dent Assoc*, 218:1517-1523, 1997.



Abstract

EFFECT OF RESIN MONOMERS ON THE ACTIVITY OF CARIOGENIC BACTERIA

Young-Ju Seo, Joong-Ki Kook\*, Jung-Hoon Yoon\*\*,  
Su-Gwan Kim\*\*\*, Nan-Young Lee, Sang-Ho Lee

*Department of Pediatric Dentistry, Department of Oral Biochemistry\*, Department of Oral Pathology\*\*,  
Department of Oral & Maxillofacial Surgery\*\*\*, College of Dentistry, Chosun University*

The purpose of this study was to examine the effects of resin composite monomers (Bis-GMA, TEGDMA, EGDMA, UDMA, HEMA, Camphorquinone) on the growth of the two cariogenic bacteria, *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*.

We obtained the following results :

1. The growth rate of *S. mutans* and *S. sobrinus* was decreased significantly in the group of all composite resin monomer at a concentration of 0.03mmol/L(P<0.01).
2. The growth rate of *S. mutans* in the group of UDMA at a concentration of 0.01 mmol/L and the group of CQ at a concentration of 0.005 mmol/L, 0.01 mmol/L was decreased significantly compared to the control group(P<0.01).
3. The growth rate of *S. sobrinus* in the group of HEMA, UDMA at a concentration of 0.01 mmol/L and the group of CQ at a concentration of 0.005mmol/L, 0.01mmol/L was decreased significantly compared to the control group(P<0.01).
4. The growth rate of *S. sobrinus* in the group of EGDMA at a concentration of 0.001, 0.01, 0.03mmol/L was decreased significantly compared to the control group(P<0.01) and were showed to be statistically significant difference between experimental groups(P<0.01).

**Keywords** : Resin monomer, *S. mutans*, *S. sobrinus*