

Acrylic resin 표면의 거칠기에 따른 세균부착 비교

전남대학교 치과대학 보철학교실, 전남대학교 의과대학 미생물학교실*

김영이 · 방몽숙 · 박하옥 · 오종석*

I. 서 론

의치상 표면의 미생물 부착은 미생물 감염의 중요한 과정으로 인지되고 있다.¹⁻³⁾ 의치상 표면에 미생물이 부착하여 증식하면 치태가 형성되어 충치, 치은염 및 치주염의 유병율이 증가되고 인접한 구강점막에 구내염을 일으킬 수 있다.^{4,7)} 의치 구내염은 의치 장착 환자의 지지점막에 발생하는 만성 염증으로 특히 상악 구개부위에 빈번히 발생하며 염증성 발적, 부종, 과립형 증식 등으로 나타나는데, 자각증상은 거의 없으나 출혈, 작열감, 동통 등이 나타날 수 있다.^{8,9)}

의치상 표면의 치태가 형성되기 위해서는 미생물 부착이 선행되어야 한다. 의치상에서 표면 거칠기가 미생물의 부착에 중요한 영향을 미친다.¹⁰⁻¹²⁾ 특히 치관의 치은 연상 치태 형성에 있어서 표면의 거칠기가 중요하다.¹³⁾ 이러한 거친 표면 이외에도 미생물 부착에는 여러 요소가 영향을 미치는데, 자당 등이 첨가되면 아크릴릭 레진 표면의 세균 부착은 촉진되나 타액이나 chlorhexidin에 의해서는 감소된다고 보고되었다.¹⁴⁻¹⁶⁾

구강내에 존재하는 정상세균 중 streptococcal species는 치태 세균중 42%~48%를 차지하는 대표적인 세균으로 범랑질에 부착하는데 가장 중요한 역할을 하기 때문에 아크릴릭 레진 표면 거칠기 정도에 따른 아크릴릭 표면에 streptococcal species의 부착이 비교되어야 할 것이다. 치아에 부착하는 대표적인 세균은 *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Actinomyces viscosus*이다. *Streptococcus*

*mutans*는 세균 외부로 glucosyltransferase를 분비하여 자당으로부터 점착성의 비수용성 다당류인 글루칸 (glucan)을 합성한다. 비수용성 글루칸은 치태의 기본물질이 되어 *Streptococcus mutans*의 글루칸 수용체와 결합하여 치아 표면에 세균이 부착되도록 중개한다. 치태의 *Streptococcus mutans*는 탄수화물의 대사과정에서 다량의 유산을 생성하여 치아 표면을 탈회시킴으로써 치아우식증을 유발한다.¹⁷⁾ *Streptococcus sanguis*는 구강 내 정상적으로 존재하는 세균으로 *Streptococcus mutans*와 마찬가지로 치아 표면에 높은 빈도로 존재한다. *Streptococcus sanguis*는 수용성의 세포의 글루칸을 생성하여 치아 표면에 세균이 부착되도록 도와 준다. *Actinomyces viscosus*는 표면의 fibrillo 치아표면에 부착할 수 있어 점착성이 있는 세균으로 치근 표면에 발생하는 우식증의 주 원인균이 된다.

아크릴릭 레진 및 porcelain 표면에 부착된 미생물을 전자현미경,^{11,15)} 형광현미경¹²⁾ 등으로 연구되어 왔다. 이러한 연구 방법은 재료 표면에 부착된 미생물 숫자를 간접적으로 측정함으로 복잡할 뿐 아니라 오차가 발생하게 된다. 본 연구에서는 세균이 부착된 아크릴릭 레진을 배지에 직접 접촉하여 배양함으로써 아크릴릭 레진 표면의 거칠기에 따른 세균의 부착 정도를 쉽고 정확하게 비교하고자 하였다.

본 연구는 현재 의치상 재료로 널리 사용되는 아크릴릭 레진의 표면 거칠기와 세균 부착 정도를 관찰함으로써, 위생적인 아크릴릭 레진의 개발 가능성을 알아보기 위하여 시행되었다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

가. 공시세균 및 배양

Streptococcus mutans Ingbritt strain, *Streptococcus sanguis* (ATCC 10556), *Actinomyces viscosus* (ATCC 15988)를 공시하였으며, 공시세균의 배양은 동결 건조로 보관중인 것을 brain heart infusion (BHI, Difco, Detroit, MI, USA) broth에 접종하여 37℃에서 18시간 배양하였다.

나. 아크릴릭 레진 시편의 준비

34×34×1 mm 크기의 아크릴릭 레진인 Vertex-RS (Dentimex Co., Holland) 시편을 제작하였다. 아크릴릭 레진 시편의 표면을 다음 4가지 방법으로 처리하였다. 50 μm 및 250 μm aluminium oxide particle (Hi-aluminas, Shofu, Japan)을 사용하여 sand-blaster (Hi blaster III, Shofu, Japan)로 20초간 연마한 것을 1군과 2군으로 하였다. Stone point (003HP dura-green stone, Shofu, Japan)로 20초간 연마한 것은 3군으로 하였고, denture resin polishing paste (Opal, Renfert, Germany)와 Lace motor® (Red-wing lathe, Handler, U.S.A.)로 20초간 연마하여 high polishing한 것을 4군으로 하였다. 각 군당 10개씩 총 40개의 아크릴릭 레진 시편을 제작하였다. 4군의 아크릴릭 레진의 거칠기 (Ra)를 Surface roughness measuring® (M.SE1700 type 2, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 아크릴릭 레진 시편의 거칠기는 측정 후 평균하였다. 아크릴릭 레진은 초음파 세척기에서 10분간 세척하고 증류수에 24시간 보관하여 건조시킨 후, 에틸렌옥사이드 가스 멸균을 시행하였다.

2. 연구 방법

가. 세균의 아크릴릭 레진 시편 부착에 대한 배지의 영향

250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편을 지름 10 Cm petri dish에 각각 놓고 BHI broth와 PBS (phosphate buffered saline)를 각각 30 ml씩 첨가한 후, 16시간 배양한



Fig. 1. Colonies of *Streptococcus mutans* replicated on BHI agar, which were transferred from the attached surface of acrylic resin.

Streptococcus mutans 배양액을 PBS buffer로 희석하여 2.2×10^6 씩 접종하였다. 37℃ 배양기에서 1시간 정지배양한 후, 아크릴릭 레진 시편 표면을 1 ml PBS buffer로 3회 세척하였다. 건조시킨 다음 1% BHI agar에 5초간 접촉한 후 제거해서, 48시간 배양하여 Fig. 1에서와 같이 배지 표면에 생긴 집락수를 산정하였다.

나. 세균의 아크릴릭 레진 시편 부착에 대한 진당의 영향

250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편을 petri dish에 각각 놓고 BHI broth를 30 ml씩 첨가한 후, 16시간 배양한 *Streptococcus mutans* 배양액을 PBS buffer로 희석하여 2.2×10^6 씩 접종하였다. 37℃ 배양기에서 1시간 정지배양과 50 rpm의 진탕배양을 각각 실시한 후, 아크릴릭 레진 시편 표면을 1 ml PBS buffer로 3회 세척하였다. 건조시킨 다음 1% BHI agar에 5초간 접촉한 후 제거해서, 48시간 배양하여 집락수를 산정하였다.

다. 세균의 아크릴릭 레진 시편 부착에 대한 세척의 영향

250 μm aluminium oxide particle로 연마한 아크릴릭 레진 시편을 petri dish에 각각 놓고 BHI broth를 30 ml씩 첨가한 후, 16시간 배양한 *Streptococcus mutans* 배양액을 PBS buffer로 희석하여 $2.2 \times$

10⁶씩 접종하였다. 37℃ 배양기에서 1시간 정치배양한 후, 아크릴릭 레진 시편 표면을 1 ml PBS buffer로 3회 세척과 6회 세척을 실시하였다. 건조시킨 다음 1% BHI agar에 5초간 접촉한 후 제거해서, 48시간 배양하여 집락수를 산정하였다.

라. 세균의 아크릴릭 레진 시편 부착에 대한 자당 영향

250 μm aluminium oxide particle로 연마한 아크릴릭 레진 시편을 petri dish에 각각 넣고 5% 자당을 첨가하지 않은 BHI broth와 첨가한 BHI broth를 각각 30 ml씩 첨가한 후, 16시간 배양한 *Streptococcus mutans* 배양액을 PBS buffer로 희석하여 2.2×10⁶씩 접종하였다. 37℃ 배양기에서 1시간 정치배양한 후, 아크릴릭 레진 시편 표면을 1 ml PBS buffer로 3회 세척하였다. 건조시킨 다음 1% BHI agar에 5초간 접촉한 후 제거해서, 48시간 배양하여 집락수를 산정하였다.

마. 아크릴릭 레진 시편 표면 거칠기에 따른 *Streptococcus mutans* 부착

Petri dish에 네가지 아크릴릭 레진 시편을 각각 넣고 5% 자당을 첨가하지 않은 BHI broth를 각각 30 ml씩 첨가한 후, 16시간 배양한 *Streptococcus mutans* 배양액을 PBS buffer로 희석하여 2.2×10⁵씩 접종하였다. Petri dish에 네가지 레진을 각각 넣고 5% 자당을 첨가한 BHI broth를 각각 30 ml씩 첨가한 후, 16시간 배양한 *Streptococcus mutans* 배양액을 PBS buffer로 희석하여 1.1×10⁶씩 접종하였다. 37℃ 배양기에서 3시간 정치배양한 후, 아크릴릭 레진 시편 표면을 1 ml PBS buffer로 3회 세척하였다. 건조시킨 다음 1% BHI agar에 4시간 접촉한 후 제거해서, 48시간 배양하여 집락수를 산정하였다.

바. 아크릴릭 레진 시편 표면 거칠기에 따른 *Streptococcus sanguis* 부착

Petri dish에 네가지 아크릴릭 레진 시편을 각각 넣고 5% 자당을 첨가하지 않은 BHI broth를 각각 30 ml씩 첨가한 후, 16시간 배양한 *Streptococcus sanguis* 배양액을 PBS buffer로 희석하여 4.9×10³씩

접종하였다. Petri dish에 네가지 레진을 각각 넣고 5% 자당을 첨가한 BHI broth를 각각 30 ml씩 첨가한 후, 16시간 배양한 *Streptococcus sanguis* 배양액을 PBS buffer로 희석하여 4.9×10²씩 접종하여 37℃ 배양기에서 1시간 정치배양한 후, 아크릴릭 레진 시편 표면을 1 ml PBS buffer로 3회 세척하였다. 건조시킨 다음 1% BHI agar에 4시간 접촉한 후 제거해서, 48시간 배양하여 집락수를 산정하였다.

사. 아크릴릭 레진 시편 표면 거칠기에 따른 *Actinomyces viscosus* 부착

Petri dish에 네가지 아크릴릭 레진 시편을 각각 넣고 5% 자당을 첨가하지 않은 BHI broth와 첨가한 BHI broth를 30 ml씩 첨가한 후, 16시간 배양한 *Actinomyces viscosus* 배양액을 PBS buffer로 희석하여 4.8×10⁴씩 접종하여 상기의 방법으로 배양한 후 집락수를 산정하였다.

3. 통계적 처리

각군의 집락수 차이는 paired sample *t*-test에 의해 비교하였으며 통계학적인 유의성은 *p* value가 0.05 이하인 경우로 하였으며, 통계처리는 SPSS for Windows 11.0을 이용하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 세균의 아크릴릭 레진 시편 부착에 대한 배지의 영향

PBS에서 *Streptococcus mutans* 배양시 아크릴릭 레진 시편 표면에 부착되어 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수는 51.3±20.0개이었으나, BHI broth에서 *Streptococcus mutans* 배양시는 형성된 집락수가 123.3±33.0개로 증가하였다 (*p*<0.01) (Fig. 2).

2. 세균의 아크릴릭 레진 시편 부착에 대한 진탕의 영향

*Streptococcus mutans*를 정치배양시 아크릴릭

Table I. Means and SDs of Ra values for each surface finish of acrylic resins (unit : μm)

Surface finish of acrylic resins	Ra value	
	Mean	(SD)
Polished surface with 50 μm aluminium oxide	0.996	0.243
Polished surface with 250 μm aluminium oxide	2.324	0.493
Polished surface with stone point	1.569	0.428
Polished surface with Opal [®] and Lace motor [®]	0.218	0.543

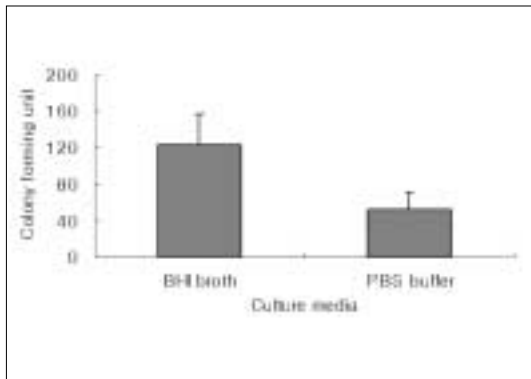


Fig. 2. Effect of incubating media on the number of *Streptococcus mutans* adhered on acrylic resin. Surface of acrylic resin was polished with 250 μm aluminium oxide. The difference between values of two groups is significant ($p < 0.01$).

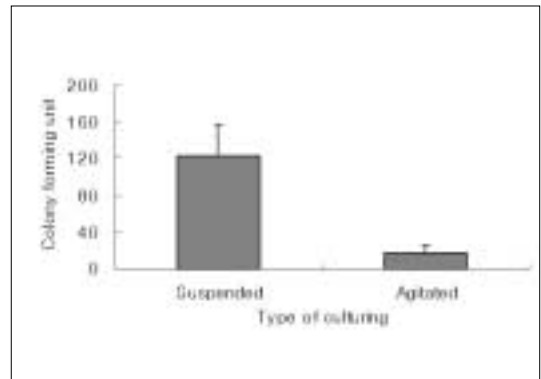


Fig. 3. Effect of agitation during the incubation on the number of *Streptococcus mutans* adhered on acrylic resin. Surface of acrylic resin was polished with 250 μm aluminium oxide. The difference between values of two groups is significant ($p < 0.01$).

레진 시편 표면에 부착되어 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수는 123.3 ± 33.0 개이었으나, 50 rpm의 진탕배양시 형성된 *Streptococcus mutans* 집락은 17.3 ± 8.4 개로 감소하였다 ($p < 0.01$) (Fig. 3).

3. 세균의 아크릴릭 레진 시편 부착에 대한 세척의 영향

*Streptococcus mutans*를 배양한 후 아크릴릭 레진 시편을 1 ml PBS buffer로 3회 세척시 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수는 105.3 ± 40.7 개이었으나, 6회 세척시는 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수가 25.8 ± 5.9 개로 감소하였다 ($p < 0.05$) (Fig. 4).

4. 세균의 아크릴릭 레진 시편 부착에 대한 자당의 영향

*Streptococcus mutans*를 BHI broth에서 배양시 아크릴릭 레진 시편 표면에 부착되어 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수는 105.3 ± 40.7 개이었으나, 5% 자당을 첨가한 BHI broth에서 *Streptococcus mutans* 배양시는 집락수가 235.8 ± 107.3 개로 증가하였다 ($p < 0.05$) (Fig. 5).

5. 아크릴릭 레진 시편 표면 거칠기에 따른 Streptococcus mutans 부착

BHI broth에서 *Streptococcus mutans*를 배양시, 50 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아

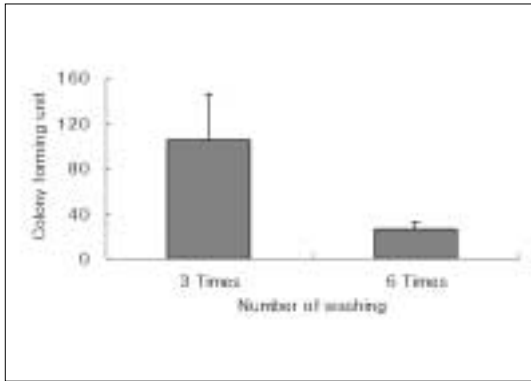


Fig. 4. Effect of washing times on the number of *Streptococcus mutans* adhered on acrylic resin. Surface of acrylic resin was polished with 250 μm aluminium oxide. The difference between values of two groups is significant ($p < 0.05$).

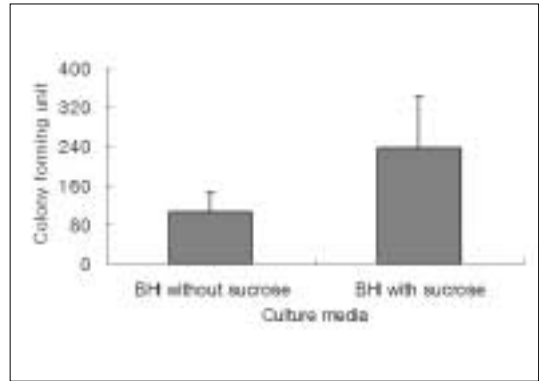


Fig. 5. Effect of sucrose in media on the number of *Streptococcus mutans* adhered on acrylic resin. Surface of acrylic resin was polished with 250 μm aluminium oxide. The difference between values of two groups is significant ($p < 0.05$).

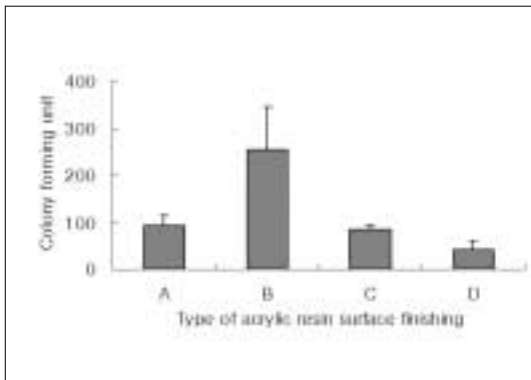


Fig. 6. Effect of various acrylic resin surface finishing treatments on the number of adhered *Streptococcus mutans* in BHI broth. A: polished surface with 50 μm aluminium oxide, B: polished surface with 250 μm aluminium oxide, C: polished surface with stone point, D: polished surface with Opal[®] and Lace motor[®]. The differences between values of all groups except the relation of A and C are significant ($p < 0.05$).

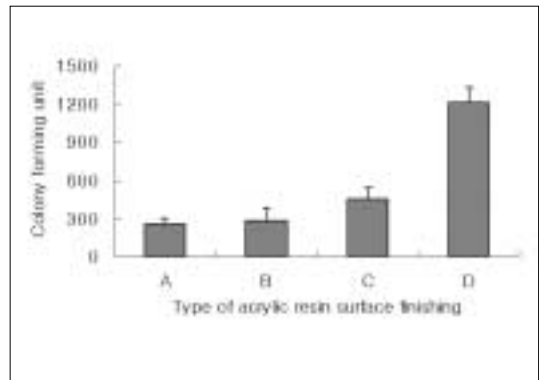


Fig. 7. Effect of various acrylic resin surface finishing treatments on the number of adhered *Streptococcus mutans* in BHI broth containing 5% sucrose. A: polished surface with 50 μm aluminium oxide, B: polished surface with 250 μm aluminium oxide, C: polished surface with stone point, D: polished surface with Opal[®] and Lace motor[®]. The differences between values of all groups except the relation of A and B are significant ($p < 0.05$).

크릴릭 레진 시편 표면에 부착되어 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수는 92.6 ± 19.6 개, 및 250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우 252.4 ± 91.4 개, stone point로 연마한 3군 아크릴릭 레진 시편의 경우 84.6 ± 9.7 개이었으나, Opal[®]과 Lace motor[®]로

high polishing한 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우는 40.2 ± 18.0 개로 250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우가 집락수가 가장 많았다 ($p < 0.05$) (Fig. 6). 자당을 첨가한 BHI broth에서 *Streptococcus mutans*를 배양시, 50 μm aluminium oxide particle로 연마한 아크릴릭

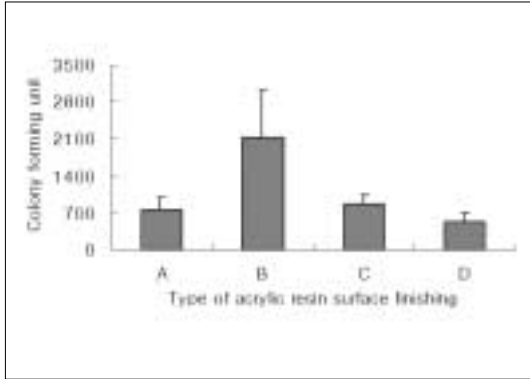


Fig. 8. Effect of various acrylic resin surface finishing treatments on the number of adhered *Streptococcus sanguis* in BHI broth. A: polished surface with 50 μm aluminium oxide, B: polished surface with 250 μm aluminium oxide, C: polished surface with stone point, D: polished surface with Opal[®] and Lace motor[®]. The differences between values of all groups except the relation of A and C are significant ($p < 0.05$).

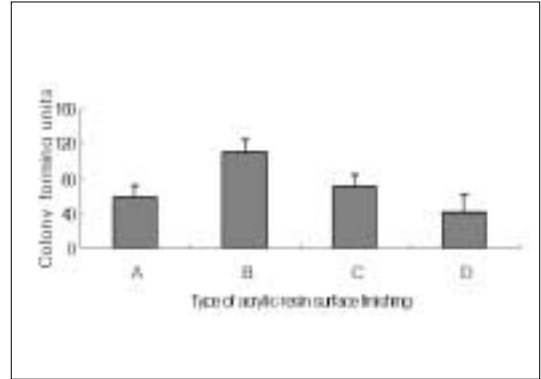


Fig. 9. Effect of various acrylic resin surface finishing treatments on the number of adhered *Streptococcus sanguis* in BHI broth containing 5% sucrose. A: polished surface with 50 μm aluminium oxide, B: polished surface with 250 μm aluminium oxide, C: polished surface with stone point, D: polished surface with Opal[®] and Lace motor[®]. The differences between values of all groups are significant ($p < 0.05$).

레진 시편 표면에 부착되어 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수는 252.6 ± 46.9 개, 250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우 281.8 ± 100.0 개, stone point로 연마한 3군 아크릴릭 레진 시편의 경우 453.0 ± 85.5 개, Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우 1213.4 ± 112.3 개로 집락수가 가장 많았다 ($p < 0.01$) (Fig. 7).

6. 레진 표면 거칠기에 따른 *Streptococcus sanguis* 부착

BHI broth에서 *Streptococcus sanguis*를 배양시, 50 μm aluminium oxide particle로 연마한 1군 아크릴릭 레진 시편 표면에 부착되어 BHI agar에 형성된 *Streptococcus sanguis* 집락수는 764.6 ± 219.0 개, 250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우 2140.0 ± 882.8 개, stone point로 연마한 3군 아크릴릭 레진 시편의 경우 858.6 ± 170.1 개이었으나, Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우는 534.4 ± 161.6 개로, 250 μm aluminium oxide par-

ticle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우가 집락수가 가장 많았다 ($p < 0.05$) (Fig. 8). 자당을 첨가한 BHI broth에서 *Streptococcus sanguis*를 배양시, 50 μm aluminium oxide particle로 연마한 1군 아크릴릭 레진 시편 표면에 부착되어 BHI agar에 형성된 *Streptococcus sanguis* 집락수는 58.0 ± 13.4 개, 250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우 108.8 ± 14.6 개, stone point로 연마한 3군 아크릴릭 레진 시편의 경우 70.4 ± 14.0 개, Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우 41.8 ± 19.4 개로 250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우가 집락수가 가장 많았다 ($p < 0.05$) (Fig. 9).

7. 레진 표면 거칠기에 따른 *Actinomyces viscosus* 부착

BHI broth에서 *Actinomyces viscosus*를 배양시, 50 μm aluminium oxide particle로 연마한 1군 아크릴릭 레진 시편 표면에 부착되어 BHI agar에 형성된 *Actinomyces viscosus* 집락수는 69.2 ± 14.6 개,

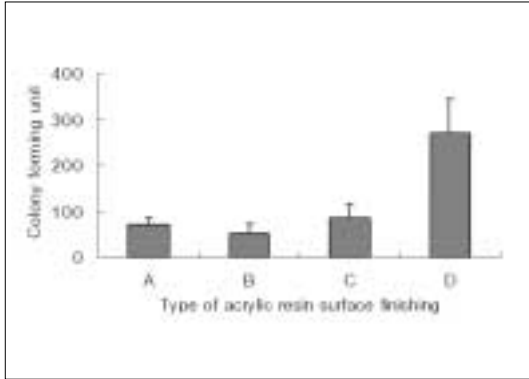


Fig. 10. Effect of various acrylic resin surface finishing treatments on the number of adhered *Actinomyces viscosus* in BHI broth. A; polished surface with 50 μm aluminium oxide, B; polished surface with 250 μm aluminium oxide, C; polished surface with stone point, D; polished surface with Opal[®] and Lace motor[®]. The differences between values of all groups except the relation of A and C are significant ($p < 0.05$).

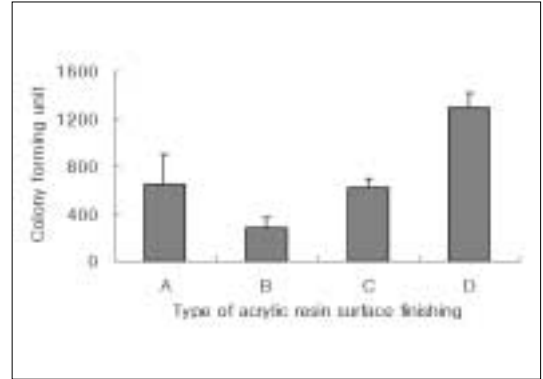


Fig. 11. Effect of various acrylic resin surface finishing treatments on the number of adhered *Actinomyces viscosus* in BHI broth containing 5% sucrose. A; polished surface with 50 μm aluminium oxide, B; polished surface with 250 μm aluminium oxide, C; polished surface with stone point, D; polished surface with Opal[®] and Lace motor[®]. The differences between values of all groups except the relation of A and C are significant ($p < 0.05$).

250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우 51.0±21.6개, stone point로 연마한 3군 아크릴릭 레진 시편의 경우 85.0±30.5개, Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우는 276.2±90.6개로 집락수가 가장 많았다 ($p < 0.01$) (Fig. 10). 자당을 첨가한 BHI broth에서 *Actinomyces viscosus*를 배양 시, 50 μm aluminium oxide particle로 연마한 1군 아크릴릭 레진 시편 표면에 부착되어 BHI agar에 형성된 *Actinomyces viscosus* 집락수는 648.0±251.4개, 250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우 276.2±90.6개, stone point로 연마한 3군 아크릴릭 레진 시편의 경우 621.6±70.9개, Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우 1295.2±122.3개로 집락수가 가장 많았다 ($p < 0.01$) (Fig. 11).

IV. 고 찰

의치상용 레진으로 PMMA 레진과 4-META 레진이 현재 널리 사용되고 있다. 아크릴릭 레진은 심미적으로 양호하고 흡수도와 용해도가 낮으며 인체에

독성이 없고 비교적 정확한 재현성을 가질 뿐만 아니라 조작과 수리가 간편한 장점이 있는 반면, 마모성이 높고 표면 강도 및 충격저항이 낮은 단점이 있다. 또한 아크릴릭 레진은 중량체 (polymer)와 단량체 (monomer)가 합쳐져서 중합되는 형태로 중합과정 중에 기포가 많이 발생하며, 이러한 기포는 세균의 서식처가 될 수 있으므로 의치 장착자의 구강 상태는 불량하게 되기 쉽다.

의치구내염의 원인은 다양하다. 국소적인 인자로는 세균,¹⁾ 진균,¹⁸⁾ 잘 맞지 않은 의치,¹⁹⁾ 불량한 구강 위생,⁸⁾ 탄수화물이 많은 음식의 섭취²⁰⁾ 영향 등이 있다. 의치상의 세균이나 진균 치태는 특히 소모성 질환이 있는 환자에서 심각한 감염을 일으킬 수 있다.¹⁹⁾

의치상 재료에 미생물의 부착 양상에 대한 연구에서 Samaranyake 등¹⁴⁾은 아크릴 판형에 혈청을 도포할 때 *Candida*의 부착이 증가하였으나, chlorhexidine과 타액의 존재하에서는 *Candida*의 부착이 감소한다고 하였다. Nikawa와 Samaranyake²¹⁾는 배지에 포도당과 유당 (galactose)을 첨가하면 아크릴릭 레진 표면에 세균의 부착이 촉진된다고 하였는데, McCourtie와 Douglas¹⁵⁾는 첨가하는 당의 종류에 따라 *Candida*의 부착정도에 차이가 있다고 하였다.

McCourtie 등¹⁶⁾은 첨가하는 당의 종류에 따라 *Candida albicans*의 chlorhexidine에 대한 저항 정도가 다르다고 보고하였다.

아크릴릭 레진 표면에 대한 미생물의 접촉과 부착을 4단계로 나눌 수 있는데, 먼저 미생물이 레진 표면으로 이동하여 van der Waal's 힘이나 전기적인 힘 같은 상호작용에 의해 접촉한 다음, 부착하여 집락화가 일어난다.¹³⁾ 아크릴릭 레진 표면에서 미생물 집락화가 이루어지기 위해서는 레진 표면에 미생물의 부착이 이루어져야 하는데, 표면의 거칠음 등이 표면으로부터 미생물이 떨어지려는 힘으로부터 보호하여,^{7,22,23)} 미생물의 부착과 집락화가 일어난다고 하였다.¹²⁾ 이러한 재료 표면의 미생물 부착은 표면 형태 차이^{6,7,13,24)}와 재료 표면과 미생물 사이의 수소성 및 화학적 결합력²⁵⁻²⁷⁾에 의해 결정되며, 세척 후에도 부착된 미생물 숫자에 영향을 미친다. 이스트와 같은 미생물도 부드러운 표면보다 거친 표면에 더 많이 부착되며 표면을 세척하여도 여전히 부착할 수 있으나,¹²⁾ 세균보다 크기가 더 재료 표면으로부터 쉽게 떨어져 나간다. 아크릴릭 레진 표면 형태를 변화시킨다면 즉 표면의 거칠기를 작게 한다면 충치나 치주염을 예방하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

구강에는 다양한 미생물이 존재한다. 이러한 미생물 중 충치나 치주염을 일으키는 미생물도 구강 내 표면에 부착이 되어야만 증식이 되어 병변을 일으킬 수 있다. 구강 내 표면의 거칠기는 세균 부착에 중요한 임상적 중요성을 갖게된다. 이러한 표면의 거칠기와 관계없이 세균에서는 점착성의 세포의 다당류를 생산하여 구강 표면 부착에 이용한다. Morris 등²⁸⁾은 의치상 레진의 초기 치태를 조사한 결과 streptococci의 비율이 높다고 하였고, 이들 세균의 초기 침착은 표면의 기포부분에서 일어난다고 하였다. 세포의 다당류를 생산하는 대표적인 세균으로 *Streptococcus mutans* 군을 꼽을 수 있는데, *Streptococcus mutans* 군은 항원성에 따라 8개의 혈청형 (a-h)으로 나눌 수 있다. 이중 혈청형 c가 전세계적으로 가장 많이 분리되고 있으며, 구강내 치태 형성의 주된 세균이다.²⁹⁾ *Streptococcus mutans* c 혈청형이 합성한 세포의 다당류의 초미세 구조를 투과전자 현미경으로 관찰하면 다당류가 세가지 구성 성분, 즉 구형의 프럭탄, 한가닥 섬유 구조의 텍스트란 (dextran), 두가닥 섬유 구조의 뮤탄 (mutan)으로 구성되어 있

다.³⁰⁾ 뮤탄은 치아표면에 *Streptococcus mutans* 외에 다른 세균들의 증식을 촉진시키며, 텍스트란과 프럭탄은 세균의 세포의 에너지 공급원이 되고 있다. 세포의 글루칸은 *Streptococcus mutans* 외에도 다른 *Streptococcus species*, *Lactobacillus species*와 같은 구강세균에 의해 형성되는데, 이들 세균이 치아 표면에 부착하여 치태를 형성하는데 기여하고 있다.³¹⁻³⁴⁾

본 연구에서는 *Streptococcus mutans*를 PBS에서 보다 BHI broth에서 배양시 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수가 많았던 것은 영양물질이 존재할 때 세균의 증식이 더 잘 일어나 아크릴릭 레진 시편에 더 많은 세균이 부착하는 것을 의미한다. *Streptococcus mutans*를 진탕배양할 때 보다 정치배양시, 세척이 적게 할 수록 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수가 많았던 것은 잠잘 때와 같이 구강내 타액의 움직임이 없을 때 치태가 더 생기는 것과 일치한다. 자당이 첨가된 배지에서 *Streptococcus mutans*를 배양시 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수가 많았던 것은 자당에 의해 점착성의 비수용성 글루칸이 증가하여 아크릴릭 레진 시편에 *Streptococcus mutans*의 부착이 증가하는 것으로 사료된다. BHI broth에서 *Streptococcus mutans*를 배양시, 거칠기가 가장 높은 250 μm 을 사용하여 sandblaster로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수가 가장 많았고 거칠기가 가장 낮은 Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우는 가장 적었다. 자당을 첨가한 BHI broth에서는 반대로 거칠기가 가장 낮은 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우는 가장 많았다. 이는 아크릴릭 레진 시편 표면에서 BHI agar에 접촉하는 표면적이 거칠기가 높을 수록 적어지게 되는데, BHI broth에 자당을 첨가하면 점착성의 비수용성 글루칸이 생겨 BHI agar와 접촉하지 않는 아크릴릭 레진 시편 표면에 존재하는 *Streptococcus mutans*가 BHI agar에서 증식하지 않은 결과로 사료된다. 그러므로 거칠기가 가장 낮은 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우 BHI agar와 접촉하는 레진 표면적이 가장 높아 *Streptococcus mutans* 집락수가 가장 많게 나온 것으로 생각된다. *Streptococcus sanguis*는 점착성의 비수용성 글루칸을 만들지 못하

므로 BHI broth에서 배양시 자당 유무에 관계없이 거칠기가 가장 높은 250 μm aluminium oxide particle을 사용하여 sandblaster로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수가 가장 많았고 거칠기가 가장 낮은 Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우는 가장 적었다. *Actinomyces viscosus*를 BHI broth에서 배양시 자당 유무에 관계없이 거칠기가 가장 높은 250 μm aluminium oxide particle로 연마한 2군 아크릴릭 레진 시편의 경우 BHI agar에 형성된 *Streptococcus mutans* 집락수가 가장 적었고 거칠기가 가장 낮은 Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 4군 아크릴릭 레진 시편의 경우는 가장 높았다. *Actinomyces viscosus* 경우에는 세균 표면의 fibril로 부착능을 가져 BHI broth의 자당 유무에 관계없이 레진 표면적이 클 때 BHI agar에 형성된 *Actinomyces viscosus* 집락수가 많은 것으로 사료된다. 자당이 첨가된 BHI broth에서 *Streptococcus mutans*를 배양할 때나 자당 유무와 관계없이 BHI broth에서 *Actinomyces viscosus*를 배양할 때 표면 거칠기가 높은 아크릴릭 레진 시편으로부터 BHI agar에 형성되는 이들 세균의 집락수가 적다는 것이 아크릴릭 레진 시편에 부착된 세균 숫자가 적다는 것을 의미하지는 않는다. 레진 표면이 거칠 수록 세균의 집락화가 일어나는 표면적은 증가하여 세균의 부착이 증가한다고 본다.^{13,35)} *Streptococcus sanguis*, *Bacteroids gingivalis* C-101, *Candida albicans*와 같은 미생물은 부드러운 표면에서보다 거친 표면에 더 부착된다는 것은 확실하나,⁶⁾ Taylor는 아크릴릭 레진 표면이 거칠 수록 세균의 부착이 높지만 꼭 비례하지는 않고 특정한 미생물 부착에 표면의 거칠기가 영향을 미친다고 보고하였다.²²⁾ 구강 내 사용되는 모든 딱딱한 재료 표면의 거칠기는 세균의 크기를 감안하면 대략 0.2 μm 내지 그 이하의 Ra값이어야 할 것이다.³⁶⁾

이상의 결과로 볼 때, 아크릴릭 레진 시편의 표면 거칠기가 증가하면 일반적으로 세균의 부착이 증가하기 때문에 아크릴릭 레진 시편의 표면 거칠기를 낮추어야 한다. 또 의치상은 양치질 등으로 그 표면 거칠기가 증가하기 때문에 세균의 증식을 억제하는 아크릴릭 레진의 개발이나, 세균의 거칠기와 상관없

이 세균의 부착률을 낮추는 방법에 대하여 연구가 필요한 것으로 사료된다.

V. 결 론

아크릴릭 레진의 표면 거칠기에 따른 세균 부착 정도를 관찰하기 위하여 아크릴릭 레진 시편 표면을 50 μm 및 250 μm aluminium oxide particle, stone point, Opal[®]과 Lace motor[®]로 연마하였다. 세균이 부착된 아크릴릭 레진 시편을 배지에 직접 접촉 배양하여 레진 시편 표면의 세균 부착 정도를 실험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 아크릴릭 레진 시편을 PBS에서보다 BHI broth에서 배양시 레진 시편 표면의 *Streptococcus mutans* 생균수가 증가하였다.
2. 아크릴릭 레진 시편을 진탕배양할 때보다 정치배양시, 6회 세척할 때보다 3회 세척시, 그리고 5% 자당을 첨가시 자당을 첨가하지 않았을 때 보다 형성된 *Streptococcus mutans* 생균수는 증가하였다.
3. BHI broth에서 *Streptococcus mutans* 배양시 250 μm aluminium oxide particle을 사용하여 sandblaster로 연마한 아크릴릭 레진 시편의 경우 배지에 형성된 세균 집락수가 가장 많았고, 자당을 첨가한 BHI broth에서는 Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 아크릴릭 레진 시편의 경우가 가장 많았다.
4. BHI broth에서 *Streptococcus sanguis* 배양시 자당 첨가 여부와 관계없이 250 μm aluminium oxide particle를 사용하여 sandblaster로 연마한 아크릴릭 레진 시편의 경우 배지에 형성된 세균 집락수가 가장 많았다.
5. BHI broth에서 *Actinomyces viscosus* 배양시 자당첨가 여부와 관계없이 Opal[®]과 Lace motor[®]로 high polishing한 아크릴릭 레진 시편의 경우 배지에 형성된 세균 집락수가 가장 많았다.

이상의 결과는 아크릴릭 레진 시편을 배지에 직접 접촉하여 배양시 배지에 형성되는 세균의 집락수가 세균의 종류에 따라, 자당을 첨가하거나 레진 표면의 거칠기가 커짐에 따라 증가함을 보여주었다.

참고문헌

1. Theilade E, Budtz-Jorgensen E. Predominant cultivable microflora of plaque on removable dentures in patients with denture-induced stomatitis. *Arch Oral Biol* 1983;28:675-80.
2. Sanger JR, Sheth NK, Franson TR. Adherence of microorganisms to breast prostheses: an in vitro study. *Ann Plast Surg* 1989;22:337-42.
3. Hans FM, Hendrik KF. *Candida* vegetations on silicone voice prosthesis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1986;112:321-25.
4. Quirynen M, van der Mei HC, Bollen CM Schotte A, Marechal M, Doornbusch Gl, Naert I, Busscher HJ, Van Steenberghe D. A in vivo study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra- and subgingival plaque. *J Dent Res* 1993;72:1304-9.
5. van Dijken JW, Sjostrom S, Wing K. The effect of different types of composite resin fillings on marginal gingiva. *J Clin Periodontol* 1987;14:185-9.
6. Yamauchi M, Yamamoto K, Wakabayashi M, Kawano J. In vitro adherence of microorganisms to denture base resin with different surface texture. *Dent Mater J* 1990;9:19-24.
7. Verran J, Lees G, Shakespeare AP. The effect of surface roughness on the adhesion of *Candida albicans* to acrylic. *Biofouling* 1991;3:183-92.
8. Arendorf TM, Walker DM. Denture stomatitis: a review. *J Oral Rehabil* 1987;14:217-27.
9. Jennings KJ, MacDonald DG. Histological, microbiological and hematological investigations in denture-induced stomatitis. *J Dent* 1990;18:102-6.
10. Keenan MP, Shillingburg HT Jr, Duncanson MG Jr, Wade CK. Effects of cast gold surface finishing on plaque retention. *J Prosthet Dent* 1980;43:168-73.
11. Blunden RE, Oliver RG, O' Kane CO. Microbial growth on the surface of various orthodontic bonding cements. *Br J Orthod* 1994;21:125-32.
12. Verran J, Maryan CJ. Retention of *Candida albicans* on acrylic resin and silicone of different surface topography. *J Prosthet Dent* 1997;77:535-9.
13. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol* 1995;22:1-14.
14. Samaranayake LP, McCourtie J, MacFarlane TW. Factors affecting the in-vitro adherence of *Candida albicans* to acrylic surfaces. *Arch Oral Biol* 1980; 25:611-5.
15. McCourtie J, Douglas LJ. Relationship between cell surface composition of *Candida albicans* and adherence to acrylic after growth on different carbon sources. *Infect Immun* 1981;32:1234-41.
16. McCourtie J, MacFarlane TW, Samaranayake LP. Effect of chlorhexidine gluconate on the adherence of *Candida* species to denture acrylic. *J Med Microbiol* 1985;20:97-104.
17. Tanzer J.M. Microbiology of dental caries. In: Contemporary oral microbiology and immunology, edited by Slots J. and Taubman M. St. Louis: Mosby, 1992; pp377-424.
18. Budtz-Jorgensen E. The significance of *C. albicans* in denture sore mouth. *Scand J Dent Res* 1974;82:151-1.
19. Budtz-Jorgensen E. Clinical aspects of *Candida* infection in denture wearers. *JADA* 1978;96:474-9.
20. Smarayake LP. Nutritional factors and oral candidiasis. *J Oral Pathol* 1986;15:61-5.

21. Nikawa H, Nishimura H, Hamada T, Kumagai H, Samaranayake LP. amaranayake LP. Effects of dietary sugars and saliva and serum on *Candida* biofilm formation on acrylic surfaces. *Mycopathologia* 1997;39:87-91.
22. Taylor R, Maryan C, Verran J. Retention of oral microorganisms on cobalt-chromium alloy and dental acrylic resin with different surface finishes. *J Prosthet Dent* 1998;80:592-7.
23. Busscher HJ, van der Mei HC. Advantages of using a(parallel plate) flow chamber for studying microbial adhesion. In: Wimpenny J, Handley P, Gilbert P, Lappin-Scott H, eds. *The life and death of biofilm*. Cardiff, UK: Bioline 1995: pp45-6.
24. Veres EM, Woolfaardt JF, Becker PJ. An evaluation of the surface characteristics of a facial prosthetic elastomer. Part II : the surface texture. *J Prosthet Dent* 1990;3:325-31.
25. Seko S, Nakano H, Miyake Y, Suginaka H, Nihira H. Adherence of *Candida albicans* to urinary catheters. *Hiroshima J Med Sci* 1986;35:363-71.
26. Verran J, Taylor RL, Lees GC. Bacterial adhesion to inert thermoplastic surfaces. *J Mat Sci Materials in Medicine* 1996; 7:597-601.
27. Miyake Y, Fujita Y, Minagi S, Suginaka H. Surface hydrophobicity and adherence of *Candida* to acrylic surfaces. *Microbios* 1986;46:7-14.
28. Morris IJ, Wade WG, Aldred MJ, Walker DM. The early bacterial colonization of acrylic plates in man. *J Oral Rehabil* 1987;14:13-21.
29. Hamada S, Slade HD. Biology, immunology and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Rev* 1980;44:331-84.
30. Toda Y, Moro I, Koga T, Asakawa H, Hamada S. Ultrastructure of extracellular polysaccharides produced by serotype c *Streptococcus mutans*. *J Dent Res* 1987; 66:1364-9.
31. Gibbons RJ, Banghart SB. Synthesis of extracellular dextran by cariogenic bacteria and its presence in human dental plaque. *Arch. Oral Biol* 1967;12:11-23.
32. Dewar MD, Walker GJ. Metabolism of the polysaccharides of human dental plaque. *Caries Res* 1975;9:21-35.
33. Gibbons RJ, Houte JV. Bacterial adherence in oral microbial ecology. *Annu Rev Microbiol* 1975;29:19-44.
34. Hammond BF. Dextran production by a human oral strain of *Lactobacillus casei*. *Archs Oral Biol* 1969;14:879-90.
35. O' Kane C, Oliver RG, Blunden RE. Surface roughness and droplet contact angle measurement of various orthodontic bonding cements. *Br J Orthod* 1993;20:297-305.
36. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dent Mater* 1997;13:258-69.

Reprint request to:

Mong-Sook Vang, D.D.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University
8, Hak-1-Dong, Dong-Ku, Gwangju, 501-757, Korea
msvang@chonnam.ac.kr

ABSTRACT

EFFECT OF SURFACE ROUGHNESS OF ACRYLIC RESIN ON THE ADHESION OF BACTERIA

Young-Yi Kim, D.D.S., Mong-Sook Vang, D.D.S., Ph.D.,
Ha-Ok Park, D.D.S., Ph.D., Jong-Suk Oh, D.M.D., Ph.D.*

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University
*Department of Microbiology, College of Medicine, Chonnam National University**

Statement of problem: The microbial adhesion on the surface of materials used in prosthodontics and restorative dentistry significantly influences microbial infection.

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the effect of how the degree of surface roughness of acrylic resin affect the adhesion of bacteria.

Material and methods: Resins were finished with 50 μ m and 250 μ m aluminium oxide particles by using sandblaster, by using stone point, and high polished with Opal[®] and Lace motor[®]. The surface of acrylic resin attached by bacteria was directly touched on the surface of BHI agar, which was incubated. Bacteria colonies formed on BHI agar were counted in accordance with the degree of the surface roughness.

Results:

1. The viable cell number of *Streptococcus mutans* increased on the acrylic resins incubated in BHI broth than in PBS.
2. The viable cell number of *Streptococcus mutans* increased on the acrylic resins incubated without agitation than with agitation, washed three times than six times, and incubated in broth added with 5% sucrose than without sucrose.
3. When *Streptococcus mutans* incubated in BHI broth, the number of *Streptococcus mutans* colonies formed on BHI agar was the largest on the acrylic resins finished with 250 μ m aluminium oxide particle using sandblaster. But when incubated in BHI broth containing sucrose, the number of colonies formed on that was the largest on the acrylic resins high polished using Opal[®] and Lace motor[®].
4. When *Streptococcus sanguis* was incubated in BHI broth with or without sucrose, the number of *Streptococcus mutans* colonies formed on BHI agar was the largest on the acrylic resins finished with 250 μ m aluminium oxide particle using sandblaster.
5. When *Actinomyces viscosus* was incubated in BHI broth with or without sucrose, the number of *Streptococcus mutans* colonies formed on BHI agar was the largest on the acrylic resins high polished using Opal[®] and Lace motor[®].

Conclusion: These results indicated that when acrylic resins attached by bacteria were touched on the surface of BHI agar, the number of bacterial colonies formed on the agar was dependent on the bacterial species. Also, the result of this study was showed that increase in the surface roughness and the addition of sucrose increased retention of microbial cells.

Key words : Acrylic resin, Surface roughness, Adhesion of Bacteria, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*