

다양한 교정용 브라켓 원재료에 부착하는 *mutans streptococci* 양의 비교분석

유진경^a · 안석준^b · 이신재^c · 장영일^d

법랑질 탈회는 교정 치료 중에 발생하는 대표적인 부작용으로서 특히 교정용 브라켓에 대한 세균 부착이 그 원인이 될 수 있다. 본 연구의 목적은 서로 다른 표면 특성을 가진 세 종류의 브라켓을 구강 내 장착했을 때 각 재료의 표면에 대한 *mutans streptococci* 부착 정도를 측정하여 브라켓 재료에 따른 법랑질 탈회 및 치아 우식 발생 가능성을 분석하는 것이었다. 상하악 및 치아 부위별 *mutans streptococci* 부착 정도의 차이를 배제하고 브라켓 원재료에 따른 차이만을 검출하기 위하여 균형완전블록 실험계획을 설계하였다. 피실험자인 30세 여성의 구강 내에 장착할 수 있는 tooth positioner 형태로 3세트의 플라스틱 맞춤 트레이를 제작하였으며, 이 트레이에 직육면체의 형태(4 x 3 x 2 mm)로 제작한 stainless steel, monocrystalline sapphire, polycrystalline alumina 조각을 세트마다 서로 다른 순서로 전치부와 구치부 순면에 부착하였다. 이렇게 제작된 3종류의 실험장치를 12시간 동안 피실험자의 구강 내에 장착한 후, 각 브라켓 재료 표면에 형성된 치태를 채취하여 bacitracin이 포함된 *mitis salivarius*배지에서 48시간 배양 후 colony counting을 통해 그 표면에 부착된 *mutans streptococci* 양을 비교하였다. 이와 같은 방법으로 3세트의 실험장치에 대해서 각각 5회씩 총 15회의 실험을 시행하였다. 그 결과 상하악 및 치아 부위별 및 브라켓 재료별 세균 부착 정도는 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. 결론적으로 본 연구의 결과 *in vivo* condition에서 브라켓 재료의 차이는 *mutans streptococci* 부착에 영향을 미치지 못하는 것으로 보였다. (대치교정지 2009;39(2):105-111)

주요 단어: 브라켓, *Mutans streptococci*, 세균 부착, 생체 실험

서론

경제적으로 풍요로워지고 있는 현대사회에서 심미적인 목적으로 교정치료를 원하는 환자의 수가 늘어나고 있으며, 특히 교정치료를 통해 심미적인 만족을 얻고자 하는 성인 환자의 비율이 크게 증가하고 있는 추세이다. 사회적 활동을 하는 성인 환자들은 교정치료의 결과뿐만 아니라 교정치료를 하는 과정에서 심미성을 요구하는 경우가 적지 않아 이러한 환자들의 요구에 따라 교정장치도 좀 더 심

미적인 재료가 등장하고 있다.^{1,2} 일반적으로 사용되고 있는 stainless steel 브라켓은 가격이 저렴하나 금속의 색이 눈에 잘 띄는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 최근 개발된 monocrystalline sapphire나 polycrystalline alumina 브라켓은 가격이 고가이나 브라켓의 색이 치아 색과 유사하여 stainless steel 브라켓보다 심미적이다. 이에 그동안 심미적으로 불리한 stainless steel metal 교정장치의 장착을 꺼려하던 성인 환자들이 monocrystalline sapphire나 polycrystalline alumina 브라켓을 이용하는 교정치료를 선택하고 있어 그 수요가 증가하고 있다.

Stainless steel 브라켓을 이용하여 교정치료를 하는 경우 교정치료를 받지 않는 사람들보다 법랑질 탈회가 쉽게 나타난다.³ 브라켓과 와이어를 장착하면 장치 주변의 치태를 제거하기 어렵고 타액이나 혀에 의한 세정효과도 낮아진다. 그 결과 교정장치 주변으로 치태가 축적되고 이로 인해 법랑질이 탈회되거나 치아가 우식되기 쉬운 환경이 조성된다.⁴

^a대학원생, 서울대학교 치의학대학원.

^b조교수, ^c부교수, ^d교수, 서울대학교 치의학대학원 치과교정학교실 및 치학연구소.

교신저자: 안석준.

서울시 중로구 연건동 28번지 서울대학교 치의학대학원 치과교정학교실.

02-2072-2672; e-mail, titoo@snu.ac.kr.

원고접수일: 2008년 5월 7일 / 원고최종수정일: 2008년 12월 15일 /

원고채택일: 2008년 12월 20일.

DOI: 10.4041/kjod.2009.39.2.105

또한 브라켓 표면 자체에 치태가 형성되어 치태가 축적되는 공간을 제공하기도 한다.⁵⁻⁷ Stainless steel 브라켓 장착에 의한 이러한 부작용은 여러 논문에서 연구된 바 있다.^{3,8-10} 그러나 심미적인 목적으로 최근 사용이 증가하고 있는 monocryalline sapphire 나 polycryalline alumina 브라켓을 장착하는 경우에 유발되는 법랑질 탈회 또는 치아 우식증에 대해서는 아직 연구가 부족한 실정이다.

법랑질 탈회 및 치아 우식증의 발생에는 미생물의 존재가 필수적이다. 치태 내의 세균 중 *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus spp.*, *Actinomyces spp.* 등이 법랑질 탈회를 유발하는 것으로 알려져 있다. 이 중 *Streptococcus mutans*가 주요한 우식 원인균으로 여겨지고 있으며¹¹ *S. mutans*와 그 외의 원인균인 *S. sobrinus*, *S. ferus*, *S. macacae*, *S. downei*, *S. rattus*, *S. cricetus* 등을 총칭하여 *mutans streptococci* (MS)라 한다.^{12,13} MS는 *mitis salivarius bacitracin* (MSB) 한천배지를 이용하여 *S. cricetus*를 제외한 모든 *mutans streptococci*를 선택적으로 배양할 수 있다.

본 논문의 목적은 서로 다른 표면 특성을 가진 브라켓 원재료인 stainless steel, monocryalline sapphire, polycryalline alumina를 치면 위에 장착했을 때 각 재료의 표면에 대한 MS 부착량의 분석을 통해 브라켓 원재료에 따른 법랑질 탈회 및 치아 우식 가능성을 비교해 보는 것이다. 브라켓에 따른 MS 부착 정도를 비교하는 실험은 이미 몇몇 논문에서 시행된 바 있으나 대부분 원재료보다는 bracket 자체를 이용하였을 뿐 아니라 *in vitro*로 진행되어 *in vivo* 조건에 대한 연구는 여전히 부족하다.¹⁴⁻¹⁹ 이에 본 논문에서는 구강 안에 장착할 수 있는 실험장치를 고안하여 인체와 동일한 조건에서 실험을 진행하였다.

연구방법

브라켓 원재료 및 실험 설계

다음과 같은 세 종류의 브라켓 원재료를 사용하

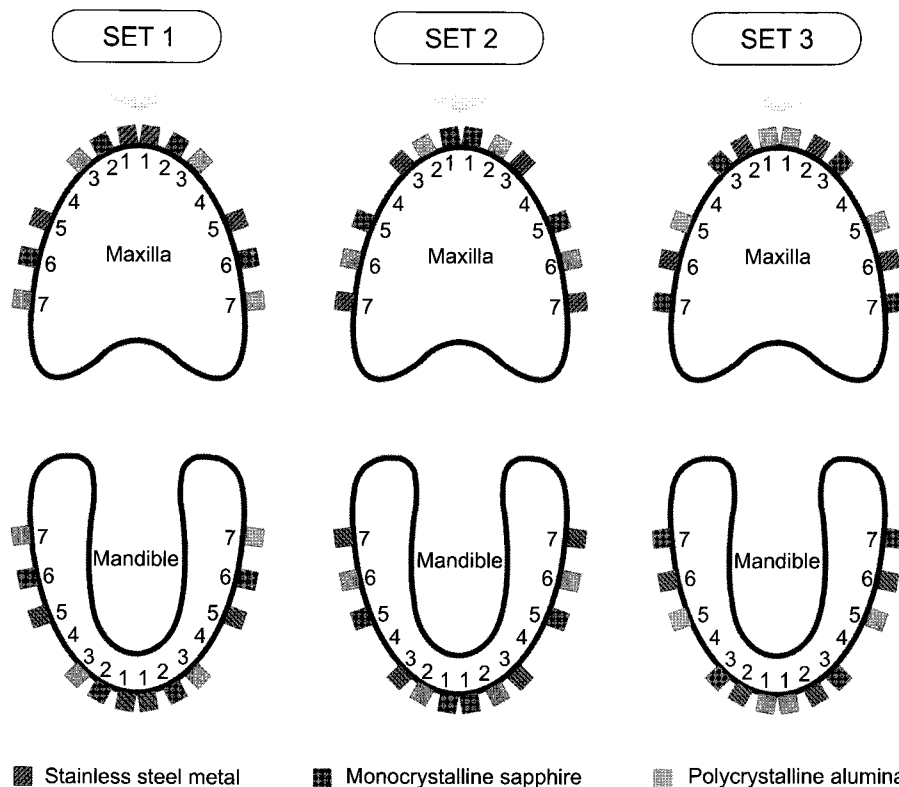


Fig 1. Three sets of the plastic individual trays on which 3 types of bracket raw materials were attached in a different order.

였다. 1. Stainless steel (대승, 서울, 한국), 2. monocrystalline sapphire (HT Co, 안산, 한국), 3. polycrystalline alumina (HT Co, 안산, 한국). 각 브라켓 원재료는 직육면체의 형태(4 × 3 × 2 mm)이며 교정용 브라켓의 제조 조건과 동일하게 표면 처리되도록 제조 회사에 의뢰하여 제작하였다. 동일한 규격의 브라켓 원재료를 사용함으로써 상품화된 브라켓의 형태에 따른 차이를 배제하였다.

상악 및 치아 부위별 MS 부착 정도의 차이를 배제하고 재료에 따른 차이만을 검출하기 위하여 균형완전블록 실험 계획(balanced complete block design)을 설계하였다. 우식병소와 치주 병변이 없고, 비교적 치열이 고른 30세 여성 1명을 대상으로 상악 인상을 채득하여 석고모형을 만든 후 tooth positioner와 같은 형태로³ 세트의 상악 플라스틱 맞춤 트레이를 제작하였다. 트레이의 전치부와 구치부 순면에 브라켓 원재료를 부착하였다. 이때 트레이 세트마다 브라켓 원재료의 부착 순서를 달리 하여 세 종류의 실험장치를 제작하였다 (Fig 1).

1. Set 1.

Stainless steel 부착 위치: #11,15,21,25,31,35,41,45;

Monocrystalline sapphire 부착 위치:

#12,16,22,26,32,36,42,46;

Polycrystalline alumina 부착 위치:

#13,17,23,27,33,37,43,47.

2. Set 2.

Stainless steel 부착 위치: #13,17,23,27,33,37,43,47;

Monocrystalline sapphire 부착 위치:

#11,15,21,25,31,35,41,45;

Polycrystalline alumina 부착 위치:

#12,16,22,26,32,36,42,46.

3. Set 3.

Stainless steel 부착 위치: #12,16,22,26,32,36,42,46;

Monocrystalline sapphire 부착 위치:

#13,17,23,27,33,37,43,47;

Polycrystalline alumina 부착 위치:

#11,15,21,25,31,35,41,45.

실험장치의 구강 내 장착 및 브라켓 원재료 표면의 치태 채취

피실험자는 오후 9시부터 다음날 오전 9시까지 총 12시간 동안 상악 한 세트의 실험장치를 장착하였다. 구강 내에 잔존하고 있는 음식물 잔사와 치면세균막의 영향을 최소화하기 위하여 매번 장치를

장착하기 직전에 양치질을 하고 장착 후에는 금식하였다.

실험장치를 구강에서 제거한 후 Phosphate-buffered saline (PBS, pH 7.2)으로 두 번 세척하였다. 면봉의 솜과 막대의 경계부에 칼집을 낸 후 멸균하여 브라켓 원재료에 부착한 세균의 채취에 이용하였다. 하나의 면봉으로 상악 전치부의 좌우측에 위치한 동일한 브라켓 원재료에서 세균을 채취하여 세 종류의 실험시료를 얻었다. 이와 같은 방법으로 실험 1회마다 상악 전치부, 상악 구치부, 하악 전치부, 하악 구치부별로 각각 3종류의 브라켓 원재료의 표면에서 치태를 채취하여 총 12종류의 실험 시료를 만들었다.

세균 배양 및 colony counting

세균이 채취된 면봉의 솜 부분을 멸균한 2 ml tube에 삽입하였다. 이 tube에 PBS를 2 ml 첨가하였다. 상악 전치부 및 구치부와 하악 전치부 및 구치부마다 브라켓 원재료에 따라 3종류씩 총 12종류의 실험용액이 제조되었다. 면봉의 솜이 들어 있는 각각의 tube를 1분간 혼합한 후 그 용액만을 취해 새로운 tube에 옮긴 후 10초간 혼합하였다.

위 용액을 Autoplate 4,000 (Spiral Biotech, Bethesda, MD, USA)를 이용하여 20%의 sucrose와 100 unit/ml의 bacitracin이 포함된 mitis salivarius bacitracin (MSB) 한천배지에 도말한 후 37°C CO₂ 배양기에 넣고 48시간 동안 배양하였다. MSB 배지에서는 *S. cricetus*를 제외한 모든 MS를 선택적으로 배양할 수 있다.

배양된 MSB 배지에 형성된 MS의 colony 수를 센 후 segment pair counting 기법을 이용하여(segment 13, volume = 25.015 μ l) 실험용액의 cfu/ml를 계산하였다. 위와 같은 술식을 3세트의 실험 장치에 대하여 5회씩 반복하여 실험을 수행하였다.

통계 분석

측정된 자료에 대하여 정규성 검증 및 분산 동질성 가정을 확인한 후, 브라켓 원재료에 따른 MS adhesion 양 검출 시, 이에 부수적으로 발생할 수 있는 상악악별, 전치부-구치부 부착 부위별 및 실험 일간 변동을 고려하기 위하여 혼합 모형 분산 분석(mixed model analysis of variance)을 시행하였다. 분석에는 SAS 9.1 프로그램(SAS institute, CARY, NC,

Table 1. Amount of *mutans streptococci* adhesion isolated from the surface of bracket raw materials attached on the plastic individual trays. The counting unit was based on the colony forming unit per ml (cfu/ml)

		Stainless steel	Monocrystalline sapphire	Polycrystalline alumina
		Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Maxilla	Anterior	2,954.1 (3,050.2)	3,014.1 (3,087.1)	3,213.9 (2,739.4)
	Posterior	2,853.1 (3,479.5)	2,919.5 (3,009.1)	3,136.8 (3,184.4)
Mandible	Anterior	3,315.3 (3,254.6)	3,401.9 (3,206.6)	2,743.7 (3,085.6)
	Posterior	3,659.1 (4,471.3)	3,334.0 (4,118.9)	2,994.1 (2,886.6)

SD, Standard deviation.

USA)이 사용되었으며, 유의수준은 0.05로 설정하였다.

연구성적

3종류의 브라켓 원재료의 표면에서 얻은 치태를 MSB 배지에서 배양하여 형성된 MS의 colony 수의 유의한 차이는 발견되지 않았다 (Table 1). 다만 일간 변동의 경우 유의한 차이로 나타났던 바, 전체 분산에 대한 비율인 eta (η) 값이 0.76으로서 변동의 3/4가 넘는 부분이 일간 변동에 기인한 것으로 볼 수 있었다. 이러한 사실은 평균 cfu/ml에 대한 표준 편차가 매우 크게 나타난 것과는 무관하지 않았다.

형성된 colony 수의 일간 변동이 커서 그로 인한 변동들을 좀 더 조절하기 위하여 monocrystalline sapphire의 cfu/ml를 1로 두고 그에 대한 stainless steel과 polycrystalline alumina의 cfu/ml의 비를 각각 구해본 결과 역시 유의한 차이를 보이지 않았다.

상악과 하악간 MS의 부착 정도 차이도 유의하지 않았으며, 전치부와 구치부간 MS의 부착 정도 차이 역시 유의하지 않았다. 분석 모형에 포함된 어떠한 교호작용도 유의하게 드러나지 않았다.

고찰

브라켓 원재료 표면에 MS가 부착하는 정도에 영향을 미치는 물리화학적 요소로는 재료의 표면 자유 에너지와 표면 조도, 표면 전하, 소수성 등이 있으며 이는 브라켓 원재료의 물성에 따라 달라진다.²⁰⁻²³ 이러한 요소 가운데 표면 자유 에너지는 브라켓 표면에 대한 세균 부착에 크게 영향을 미치는 요소로 알려져 있다. 표면 자유 에너지가 높은 재료일수록 그 표면에 세균이 많이 부착한다.^{24,25} 본 연

구에서 상업적으로 생산된 브라켓 자체를 사용하지 않고, 그 원재료를 구하여 실험한 이유는 바로 이러한 물리화학적 차이에 따른 bacterial adhesion을 평가하기 위함이었다. 실험 시 stainless steel의 경우 monocrystalline sapphire나 polycrystalline alumina보다 표면 자유 에너지가 높으므로 MS가 더 많이 부착되리라 예상되었다.²¹ 재료의 표면 조도 또한 그 표면에 대한 세균 부착 정도에 영향을 미친다.^{26,27} Monocrystalline sapphire의 표면은 stainless steel의 표면과 같이 매끈하나 polycrystalline alumina의 경우 결정을 많이 함유하고 있어서 표면이 비교적 거친 편이다.^{23,24} 따라서 브라켓 원재료에 대한 MS의 부착량은 표면 자유 에너지와 표면 조도가 모두 낮은 monocrystalline sapphire에서 가장 적으리라 예상하였으나 이번 실험 결과 그 차이가 드러나지 않았다.

기존의 세균 부착 실험 결과를 보면, Papaioannou 등¹⁶은 *in vitro* condition에서 metal, ceramic, plastic 브라켓에 부착하는 *S. mutans*의 양을 비교한 결과 유의한 차이가 없다고 보고하였고 교정 환자들에게서 debonding한 metal 브라켓과 ceramic 브라켓으로부터 얻은 치태 시료를 이용한 Anhoury 등¹⁹의 실험 결과 또한 브라켓 종류에 따른 *S. mutans* 부착량에는 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 본 실험의 결과와 일치한다.

한편 Ahn 등¹⁴은 stainless steel, monocrystalline sapphire, polycrystalline alumina, plastic, 그리고 titanium 브라켓 중에서 monocrystalline sapphire 브라켓에 *S. mutans*가 가장 적게 부착한다고 보고한 바 있으며, Fournier 등¹⁵은 metal, ceramic, plastic 브라켓에 대한 *S. mutans*의 부착 정도를 비교하는 실험에서 초기 24시간 동안 metal 브라켓에서 가장 부착량이 적다는 결과를 얻었다. 상기 실험들의 결과는 본 실험의 결과와 일치하지 않으나 *in vitro* condition에서 상품화된 브라켓을 이용하여 진행되었다는 점에서

본 실험과 차이가 있다. 최근 Lim 등¹⁷은 stainless steel, monocrystalline sapphire, polycrystalline alumina 브라켓 원재료를 이용하여 *in vitro* condition에서 실험한 결과 monocrystalline sapphire 브라켓에 *S. mutans*가 가장 적게 부착한다고 보고하였는데 이러한 결과 또한 본 실험의 결과와 상이하다. 이 실험은 본 실험에서와 마찬가지로 브라켓 원재료를 이용하였으나 saliva를 이용하여 *in vitro* condition에서 진행되었다는 점에서 차이가 있었다.

앞서 고찰한 바와 같이 본 연구에서 몇몇 기존의 보고들과 다소 상이한 결과가 나온 원인 중의 하나로 본 실험이 *in vivo* condition에서 시행되어 실험 시 마다 변동이 크게 나타난 것을 거론할 수 있었다. 실험 시 1회차당 15시간 이상 소요되는 실험의 특성상 실험할 때마다 일정 정도의 차이를 피하기 어려울 것으로 예측되며, 이와 같은 개별 실험 시 환경의 차이는 현실 상황과 더 가까운 설정이라고 볼 수 있었다. 이외에 기존의 연구들과 방법론에 기인한 차이로 다음 세 가지를 고찰할 수 있었다.

첫째, 대부분의 기존 연구들은 브라켓 원재료를 사용하지 않고 bracket 자체를 사용하였기 때문에 bracket의 설계 형태에 따라 기계적인 측면에서 세균 부착이 크게 영향을 받을 수 있어, 본 연구와 차이를 보일 수 있다. 반면 본 연구는 원재료를 사용함으로써 좀 더 실질적인 재료 특성 그 자체의 차이 규명을 의도하여 설계한 의미가 있다.

둘째, 위의 연구들은 *Streptococcus mutans* 혹은 *Streptococcus sobrinus* 등 MS의 한 가지 혹은 두 가지 특정 세균의 부착량을 시험관 환경에서만 측정하였으므로, MS 전체 부착량을 비교한 본 연구와는 차이를 보일 수 있다.

셋째, 본 연구는 *in vivo*이므로 구강 내 상황을 *in vitro*보다 더 정확히 재현하였다. 따라서, 이전의 *in vitro* 연구에서 차이가 나타났을지라도 *in vivo* 실험과는 차이가 날 수 있으며, 본 연구의 고안이 이전의 실험실 실험보다 실제 상황에 더 가까우리라 쉽게 생각해 볼 수 있었다.

치태 채취 방법 또한 실험 결과에 영향을 미치는 요소로서 작용할 수 있다. Colony counting 방법을 사용하는 기존의 논문들에서 적용하였던 다양한 치태 채취법으로^{11,13,28,29} 예비실험을 한 결과 면봉을 이용하여 브라켓 원재료 표면의 치태를 채취할 때 MS 배양 및 colony counting이 가장 용이하였다. 매 실험마다 동일한 실험자가 치태 채취를 수행하여 면봉으로 브라켓 원재료의 표면에 가하는 압력, 접

촉 시간, 채취 면적 등의 조건을 일정하게 하고자 하였다. 물론 채취법에 따른 혼란요소를 완전히 배제하기는 어려웠으리라 생각하며 향후 일간 변동이나 실험 방법 상의 오차를 줄일 수 있는 연구 방법의 개발이 필요할 것으로 보였다.

결론

본 연구에서는 다양한 브라켓 원재료를 치면 위에 장착했을 때 각 재료의 표면에 대한 MS 부착 정도를 측정하여 브라켓 원재료에 따른 법랑질 탈회 및 치아 우식 발생 가능성을 가늠해 보았다. 3종류의 상하악 플라스틱 맞춤 트레이에 3종류의 브라켓 원재료를 트레이 종류마다 순서를 달리하여 부착하고 12시간 동안 피실험자의 구강 내에 장착한 후 브라켓 원재료 표면에 부착한 MS 양을 colony counting으로 측정하였다. 같은 방법으로 3세트의 실험장치에 대해서 각각 5회씩 실험을 시행하였다. 그 결과 stainless steel, monocrystalline sapphire, polycrystalline alumina의 상하악 및 치아부위별로 재료에 따른 MS의 부착 정도는 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$).

참고문헌

- Margolis MJ. Esthetic considerations in orthodontic treatment of adults. Dent Clin North Am 1997;41:29-48.
- Nattrash C, Sandy JR. Adult orthodontics—a review. Br J Orthod 1995;22:331-7.
- Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. Am J Orthod 1982; 81:93-8.
- Artun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. Eur J Orthod 1986;8:229-34.
- Gwinnett AJ, Ceen RF. Plaque distribution on bonded brackets: a scanning microscope study. Am J Orthod 1979;75: 667-77.
- Ahn SJ, Lim BS, Lee SJ. Prevalence of cariogenic streptococci on incisor brackets detected by polymerase chain reaction. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:736-41.
- Ulukapi H, Koray F, Efes B. Monitoring the caries risk of orthodontic patients. Quintessence Int 1997;28:27-9.
- Ahn SJ, Lim BS, Yang HC, Chang YI. Quantitative analysis of the adhesion of cariogenic streptococci to orthodontic metal brackets. Angle Orthod 2005;75:666-71.
- Ahn SJ, Kho HS, Kim KK, Nahm DS. Adhesion of oral streptococci to experimental bracket pellicles from glandular saliva. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;124:198-205.
- Ahn SJ, Lee SJ, Baek SH, Kim TW, Chang YI, Nahm DS, et al. Direct detection of cariogenic streptococci in metal brackets

- in vivo using polymerase chain reaction. Korean J Orthod 2005;35:312-9.
11. Kim M, Lim SA. Identification of *mutans streptococci* Isolated from Dental Plaque Formed between Bracket and Tooth Surface in Orthodontic Patients. 81st General Session of the International Association for Dental Research 2003;782: B351.
 12. Whaley RA, Beighton D. Current classification of the oral streptococci. Oral Microbiol Immunol 1998;13:195-216.
 13. Sansone C, Van Houte J, Joshipura K, Kent R, Margolis HC. The association of *mutans streptococci* and non-*mutans streptococci* capable of acidogenesis at a low pH with dental caries on enamel and root surfaces. J Dent Res 1993;72:508-16.
 14. Ahn SJ, Lee SJ, Lim BS, Nahm DS. Quantitative determination of adhesion patterns of cariogenic streptococci to various orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132:815-21.
 15. Fournier A, Payant L, Bouclin R. Adherence of Streptococcus mutans to orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998;114:414-7.
 16. Papaioannou W, Gizani S, Nassika M, Kontou E, Nakou M. Adhesion of Streptococcus mutans to different types of brackets. Angle Orthod 2007;77:1090-5.
 17. Lim BS, Lee SJ, Lee JW, Ahn SJ. Quantitative analysis of adhesion of cariogenic streptococci to orthodontic raw materials. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133:882-8.
 18. Ahn SJ, Ihm JA, Nahm DS. Adherence of salivary proteins to various orthodontic brackets. Korean J Orthod 2002;32:443-53.
 19. Anhoury P, Nathanson D, Hughes CV, Socransky S, Feres M, Chou LL. Microbial profile on metallic and ceramic bracket materials. Angle Orthod 2002;72:338-43.
 20. Christersson CE, Dunford RG, Glantz PO, Baier RE. Effect of critical surface tension on retention of oral microorganisms. Scand J Dent Res 1989;97:247-56.
 21. Eliades T, Eliades G, Brantley WA. Microbial attachment on orthodontic appliances: I. Wettability and early pellicle formation on bracket materials. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;108:351-60.
 22. Busscher HJ, Doornbusch GI, Van der Mei HC. Adhesion of mutants streptococci to glass with and without a salivary coating as studied in a parallel-plate flow chamber. J Dent Res 1992;71:491-500.
 23. Lee SJ, Kho HS, Lee SW, Yang WS. Experimental salivary pellicles on the surface of orthodontic materials. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119:59-66.
 24. Brantley WA, Eliades T. Orthodontic materials: scientific and clinical aspects. 1st ed. Stuttgart: Thieme; 2001. p.142-61.
 25. Pratt-Terpstra IH, Weerkamp AH, Busscher HJ. On a relation between interfacial free energy-dependent and noninterfacial free energy-dependent adherence of oral streptococci to solid substrata. Curr Microbiol 1988;16:311-3.
 26. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, van Steenberghe D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. J Clin Periodontol 1990;17:138-44.
 27. 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.
 28. Barsamian-Wunsch P, Park JH, Watson MR, Tinanoff N, Minah GE. Microbiological screening for cariogenic bacteria in children 9 to 36 months of age. Pediatr Dent 2004;26:231-9.
 29. Yang YM, Kim SS, Jun ES, Park SB. Changes of periodontopathogens and clinical parameters of periodontal tissue after debanding. Korean J Orthod 2006;36:263-74.

Quantitative analysis of *mutans streptococci* adhesion to various orthodontic bracket materials *in vivo*

Jin-Kyoung Yu, BS,^a Sug-Joon Ahn, DDS, MSD, PhD,^b Shin-Jae Lee, DDS, MSD, PhD,^c
Young-Il Chang, DDS, MSD, PhD^d

Objective: To estimate the effects of bracket material type on enamel decalcification during orthodontic treatment, this study analyzed the adhesion level of *mutans streptococci* (MS) to orthodontic bracket materials *in vivo*. **Methods:** Three different types of orthodontic bracket materials were used: stainless steel, monocrystalline sapphire, and polycrystalline alumina. A balanced complete block design was used to exclude the effect of positional variation of bracket materials in the oral cavity. Three types of plastic individual trays were made and one subject placed the tray in the mouth for 12 hours. Then, the attached bacteria were isolated and incubated on a *mitis salivarius* media containing bacitracin for 48 hours. Finally, the number of colony forming units of MS was counted. The experiments were independently performed 5 times with each of the 3 trays, resulting in a total of 15 times. Mixed model ANOVA was used to compare the adhesion amount of MS. **Results:** There was no difference in colony forming units among the bracket materials irrespective of jaw and tooth position. **Conclusions:** This study suggested that the result of quantitative analysis of MS adhesion to various orthodontic bracket materials *in vivo* may differ from that of the condition *in vitro*. (Korean J Orthod 2009;39(2):105-111)

Key words: Orthodontic bracket, *Mutans streptococci*, Bacterial adhesion, *in vivo* experiment

^aGraduate student, School of Dentistry, Seoul National University.

^bAssistant Professor, ^cAssociate Professor, ^dProfessor, Department of Orthodontics and DRI, School of Dentistry, Seoul National University.

Corresponding author: Sug-Joon Ahn.

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Seoul National University, 28, Yeongeon-dong, Jongno-gu, Seoul 110-749, Korea.

+82 2 2072 2672; e-mail, titoo@snu.ac.kr.

Received May 7, 2008; Last Revision December 15, 2008; Accepted December 20, 2008.