

# 불소도포가 교정환자의 타액내 *Streptococcus mutans* 수에 미치는 영향

배원정<sup>1)</sup> · 김진범<sup>2)</sup> · 김형일<sup>3)</sup> · 손우성<sup>4)</sup>

## I. 서 론

교정치료의 목적은 비정상적인 교합을 이상적인 교합으로 유도하여 구강기능의 향상과 용모의 개선을 도모하고 치면세균막 관리를 용이하게 하여 구강건강을 증진하는 데 있다. 그러나, 교정치료 기간 동안에는 교정용 대환과 호선 등의 여러가지 장치를 구강내에 장착함으로써 치면세균막 관리가 어렵게 되어 치아우식증과 치주병을 유발하는 경우가 많다. 특히 교정치료에 고정성 교정장치를 이용한 이래로 교정치료 중 또는 교정치료 후 법랑질 탈회로 인한 치아우식증이 문제가 되고 있다<sup>36,39</sup>. Gorelick 등<sup>17)</sup>의 역학조사에 의하면 교정치료를 받은 환자의 50%에서 법랑질 탈회가 나타나며 상악측절치의 순측 치경부에 백색반점이 가장 많이 나타난다고 한다. Bloom 등<sup>5)</sup>은 대환과 호선을 장착한 교정환자의 타액에는 1ml 당 평균 90,000개의 *Lactobacillus*가 증가함을 보고하였고, Balensteifen 등<sup>4)</sup>은 교정 장치를 장착한 환자에서 pH가 감소되고, 탄수화물과 *Lactobacillus*가 증가됨을 보고하였다. Artun 등<sup>2)</sup>은 교정장치 제거후 3년동

안 교정장치주위의 초기우식병소를 주사전자현미경으로 관찰하였는데 장치를 제거할 때에 백색으로 탈회된 치면에 치면세균막이 많이 침착되어 있음을 보고하였다. Diamanti-Kipiotti 등<sup>11)</sup>은 특별한 구강위생교육을 하지 않고 교정용 대환을 장착하면 치은연하의 생태계에 변화가 초래됨을 보고하였다.

치아우식증 예방을 위한 대표적인 방법으로는 치면세균막 관리법, 불소화합물 이용법, 치면열구전색법, 식이조절법을 들 수가 있고<sup>43)</sup>, 이 중 불소를 이용한 치아우식 예방법은 1938년 Dean<sup>9)</sup>이 치아우식증의 발생과 음료수 중의 불소농도 간에는 역비례 관계가 있다고 보고한 이래, 법랑질의 불소농도를 증가시켜 우식 발생을 억제시키려는 노력이 끊임없이 이어져 오고 있다. Issac 등<sup>22)</sup>은 법랑질 형성시기에 불소를 복용하면 법랑질의 불소이온농도가 증가하게 되어 법랑질의 내산성이 증가되고 결과적으로 우식증의 발생을 억제할 수 있게 된다고 주장하였다. 그러나, 불소를 전신적으로 복용하여 우식증예방효과를 얻기 위해서는 반드시 법랑질 형성기에 불소를 복용해야 하며 치아가 구강내로 맹출한 뒤에는 그 효과를 기대할 수가 없다. 따라서, 불소복용법의 보완적인 역할을 할 수 있도록 개발된 것이 치아 맹출 후 치아표면에 고농도의 불소를 도포하여 법랑질의 불소농도를 증가시키는 불소국소도포법이다. 불소를 국소도포하면 주로 법랑질의 최외각층에서 불소이온농도가 증가되어 법랑

접수일 : 1994년 1월 1일

1) : 부산대학교 치과대학 교정학교실, 대학원생

2) : 부산대학교 치과대학 예방치학교실, 조교수

3) : 부산대학교 치과대학 교정학교실, 부교수

4) : 부산대학교 치과대학 교정학교실, 조교수

질의 내산성이 증가되고 우식증의 발생이 감소하게 된다<sup>7)</sup>. 이에 따라, 법랑질의 불소이온농도를 증가시킬 수 있는 여러가지 방법들을 모색한 결과, 음료수불화, 불소정제복용과 같은 전신적 불소복용법과 전문가 불소국소도포법이 개발되었다. 이후, 보다 많은 사람에게 불소를 국소도포하여 우식증예방효과를 얻기 위해서 보다 손쉽게 불소를 자가도포할 수 있는 방법을 모색한 결과, 불소용액양치법, 불소 겔 tray 사용법, 불소첨가세치제 사용법 등이 개발되었다.

불소화합물로는 불화나트륨과 불화주석이 주로 사용되어져 왔으며, 최근에는 불화물의 국소도포효과를 증진시키기 위하여 Brudevold 등<sup>8)</sup>에 의해 산성불화인산염(APF) 국소도포법이 개발되어 사용되고 있다.

불소를 이용한 우식증 예방기구는 많은 학자들에 의해서 연구되어 왔지만 아직까지 확실하게 규명되지 못하고 있다. 불소의 우식예방기전을 Krasse<sup>26)</sup>는 다음과 같이 설명하였다. 첫째, 불소이온이 수산화인회석(hydroxyapatite)의 수산기(OH)를 치환함으로써 산에 대한 법랑질과 상아질의 용해도를 감소시킨다. 둘째, 불소는 Calcium phosphate가 치면에 재침착하는 것을 도와서 초기 법랑질과 상아질의 우식병소의 재석회화를 촉진시킨다. 셋째, 불소는 치면의 표면에 에너지를 감소시켜 미생물이 치아에 부착하는 능력을 감소시킨다. 넷째, 불소는 항효소 및 항균효과가 있다. 고농도의 불소용액은 살균효과가 있다. 불소용액양치 후 치면세균막에서 측정되는 불소농도에서도 세균의 효소에 대하여 항효소효과를 기대할 수 있다. 따라서, 치면세균막 세균의 산 생산능력이 감소되고, 세포외다당류(extracellular polysaccharides)의 생산이 억제됨으로써 결국 세포내다당류(intracellular polysaccharides)의 합성, 즉 *Streptococcus mutans* (*S. mutans*)의 산생산의 예비공급을 감소시킬 수 있다.

한편, 불소의 항균 효과에 관하여서도 다양한 연구결과가 보고되고 있다. *S. mutans*와 *Lactobacillus*는 치아우식증의 시작에 중요한 역할을 한다고 알려지고 있다<sup>12,18,19,21,28,29,34)</sup>. Svanberg

등<sup>38)</sup>은 0.2%의 불화주석 용액으로 양치를 할 때 치면세균막과 타액내 *S. mutans*의 수가 감소되고 치면세균막내 *Streptococcus sanguis*(*S. sanguis*)의 수도 감소하였음을 보고하였다. 그 반면에 8% 불화주석 용액으로 전문가 불소도포를 하였을 때 치면세균막과 타액내에서 *S. mutans*의 수는 감소했으나 치면세균막내 *S. sanguis*의 수는 감소하지 않았다고 보고하였다. 불소도포의 방법에 따라 치면세균막의 우식활성도가 영향을 달리 받은 것으로 추정된다.

교정치료 중에 발생하는 우식증의 예방에 관하여, 불소를 이용하는 많은 시도들이 행하여져 오고 있고, 우식증 예방기구가 규명되고 있지만<sup>6,15,37,39)</sup>, 아직 교정치료중 발생하는 탈회를 방지할 목적으로 구강내 세균 증식 억제에 관하여 연구된 바가 많지 않다. 따라서, 본 연구에서는 교정치료 중인 환자에게 불화나트륨과 불화주석을 이용하여 불소도포를 할 경우 타액내의 *S. mutans* 수의 변화를 확인함으로써 교정환자의 우식활성을 낮추기 위한 효과적인 불소도포법에 대하여 알아보고자 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구대상은 부산대학교병원 치과 교정과에 내원중인 교정환자 중 고정성 교정 장치를 장착한 환자 44명(남자 19명, 여자 25명, 평균연령 12년 3개월)을 대상으로 하였으며 불소도포를 시행하는 군을 표 1과 같이 다섯가지 방법으로 무작위로 분류하였다. 이 때 불소용액양치만의 효과, 전문가불소도포만의 효과, 전문가불소도포와 불소양치를 병행할 때의 효과, 그리고 전문가 불소도포에서도 불화나트륨도포와 불화주석도포의 효과를 비교하였다.

Table 1. Sample distribution

| Group * | No. of subject at baseline |      |       | No. of subject at 8wk |      |       | mean age | mean periods with fixed appliances |
|---------|----------------------------|------|-------|-----------------------|------|-------|----------|------------------------------------|
|         | sum                        | boys | girls | sum                   | boys | girls |          |                                    |
| total   | 44                         | 19   | 25    | 38                    | 17   | 21    | 12Y 3M   | 9.0M                               |
| I       | 10                         | 6    | 4     | 10                    | 5    | 4     | 11Y10M   | 10.0M                              |
| II      | 8                          | 0    | 8     | 5                     | 0    | 5     | 12Y 1M   | 8.1M                               |
| III     | 8                          | 5    | 3     | 8                     | 5    | 3     | 11Y 8M   | 6.1M                               |
| IV      | 9                          | 6    | 3     | 8                     | 5    | 3     | 12Y 0M   | 9.2M                               |
| V       | 9                          | 2    | 7     | 8                     | 2    | 6     | 13Y 0M   | 11.8M                              |

- \* I : 0.05% NaF mouthrinsed group ; once a day for three weeks
- II : 8% SnF<sub>2</sub> topically applied group ; once a week for three weeks
- III : 2% NaF topically applied group ; once a week for three weeks
- IV : 8% SnF<sub>2</sub> topically applied & 0.05% NaF mouthrinsed group
- V : 2% NaF topically applied & 0.05% NaF mouthrinsed group

2. 연구방법

불소를 치면에 도포하는 환자들은 도포전에 타액분비량, 타액내 *S. mutans* 수를 측정하며, 불소용액양치 또는 전문가불소도포를 시작한 후 1주 간격으로 3회 내원하게 하여 *S. mutans* 수를 측정한다. 다음, 변화된 구강내 상태가 계속되는지 여부를 관찰하기 위하여 도포 완료 후 5주째(기초조사에서 8주후) 다시 내원하게 하여 타액을 수집하여 타액분비량과 *S. mutans* 수를 측정하는데 활용하였다. 불소도포는 다음과 같이 행하였다<sup>44)</sup>. 불소도포를 하기 전에 모든 치면을 연마제로 세마하고 불소를 도포할 때에는 gauze를 이용하여 치아를 분리한 후 치면을 건조시켰다. 각 불소도포 후 30분 정도는 양치를 하거나 물을 마시거나 음식을 먹지 않도록 하였다.

1) 불소도포

(1) 0.05% 불화나트륨(226ppm F) 불소용액양치 증류수 1,000ml 당 0.5g의 불화나트륨을 녹인 용액을 각 가정에서 3주간 매일 저녁 잇솔질 후 1회 양치하되, 10ml를 입안에 머금고, 1분동안 입안의 여러치아에 도포되도록 입을 움직인 후 뱉도록 지시하였다.

(2) 8% 불화주석(19,400ppm F) 전문가 불소도포 0.8g의 불화주석을 준비하여 사용직전에 10ml의 증류수에 녹인 후, 탈지면구에 적시어 치아표면에 도포하되 15초 내지 30초 간격으로 각 환자당 약 4분간 반복하여 도포하였다. 불화주석도포는 주 1회, 총 3회 실시하였다. 8% 용액은 20분 정도동안만 활성이 남아있고 그 뒤로는 수화결정체가 석출되어 사용할 수 없으므로 각 환자당 도포직전 새로이 제조하여 사용하였다. 불화주석을 도포할 때에는 매 검사마다 불쾌한 맛을 느끼는지에 대한 여부와 혀나 치아의 착색, 점막 자극이 있는지에 대해 기록하였다.

(3) 2%불화나트륨(9,047ppm F)전문가 불소도포 0.2g의 불화나트륨을 증류수 10ml에 녹인 용액을 사용하였다. 도포방법은 불화주석을 도포할 때와 동일하였다.

2) 타액 채취 및 분비량 검사

타액내의 미생물 수는 하루에도 시간에 따라 다양하므로 같은 시간에 채취하는 것이 좋다. 식사 후 1-2시간 후에 행해지는 것이 좋으나 본 연구에서는 편의상 오후 3시부터 6시 사이에 타액을 채취하였다.

타액을 채취하는 방법으로는, 침샘을 자극하여 타액을 모아 빨는 방법을 이용하였다<sup>24)</sup>. 1인당 1g 정도의 파라핀 왁스를 5분간 저작하면서 분비된 타액을 mass cylinder(20ml)에 수집하여 그 양을 기록하고 그 중 0.5ml를 4.5ml의 멸균된 생리식염수가 들어있는 screw-capped vial에 혼합하여 휴대용 냉장상자에 보관하여 실험실로 운반하였다.

### 3) *S. mutans*의 배양

*S. mutans*를 선택적으로 배양하기 위하여 기존의 Mitis salivarius agar(Difco B 298)에 0.2 unit/ml의 bacitracin과 20%의 자당을 포함하도록 변형하여 MSB agar를 제작하였다<sup>16)</sup>. 타액시료가 혼합된 멸균생리식염수(10배 희석액)가 든 표본을 실험실에서 약 1분간 Vortex test-tube mixer(Thermolyne, USA. type 16700)를 이용하여 균질화시킨 후, micropipette으로 1ml를 채취하여 멸균된 생리 식염수 9ml와 혼합하여 제조된 100배 희석액 1ml를 다시 멸균생리식염수 9ml와 혼합하여  $10^3$  및  $10^4$ 배의 희석액으로 만들어 평판배지에 도말하였다. 냉장보관된 MSB agar의 건조된 표면에 타액 희석액 25 $\mu$ l를 배지 표면에 도말하고, candle jar 내부에 평판배지를 넣고 작은 초를 세워 점화한 후 뚜껑을 덮어 완전히 밀폐시키고 촛불이 꺼진 다음 배양기 내에서 37°C, 48시간 동안 혐기성 배양을 한 후 jar에서 배지를 빼내어 24시간 동안 호기성 배양을 하였다.

### 4) *S. mutans*의 확인 및 세균집락수의 산정

*S. mutans*의 형태적 특성을 가진 colony를 산정하였다<sup>13)</sup>. 세균집락수의 산정은 배지상에서 colony counter를 이용하여 육안으로 관찰된 집락수에  $10^3$ 배 희석액인 경우 40,000을 곱하고  $10^4$ 배 희석액인 경우 400,000을 곱하였다.

### 5) 통계 검정 방법

1. *S. mutans* 수에 대한 통계 : 표본크기가 작고 개인간의 *S. mutans* 수치의 차이가 매우 커서 실험치가 정규정상분포를 할 것이라고 가정할 수 없기 때문에<sup>23,40)</sup> 비모수통계기법인 Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test(SPSS package)를 이용하여, 각 실험군내에서 각 주당 *S. mutans* 수의 차이가 있는가를 검정하였다. 분석은 도포전(기초조사)과 각 주를, 그리고 각 주간의 차이 유무를 비교하였다.
2. 타액분비량에 대한 분석 : 각 군간에 차이, 시간별 차이 및 군과 시간간의 상호작용효과를 보기 위하여 이원변량분석법(two-way analysis of variance, Statistical Analysis System 이용)을 시행하였다.

## III. 연구 성적

이 연구의 대상은 시작부터 3주후까지는 44명이었으나 8주 경과시에는 6명이 내원하지 않아 38명이었다. 환자의 평균연령은 12년 3개월이었으며 장치의 평균 장착기간은 9개월이었다(표 1).

본 연구에서 관찰된 *S. mutans* 수는 표 2에 나타난 바와 같다. *S. mutans* 수에서 개인차가 커서 범위가 매우 넓게 나타났다. 불소도포후 3주째, 불화주석도포군(II군)과 불화주석도포와 불화나트륨양치를 병행한 군(IV군)에서 대체적으로 *S. mutans* 수가 감소되었다(그림 2,4, 표 6,8). 그러나 불화나트륨양치군, 전문가불화나트륨도포군(III군), 전문가불화나트륨도포와 불화나트륨양치를 병행한 군(V군)에서는 유의성 있는 감소가 나타나지 않았다(그림 1,3,5, 표 5,7,9). 불소도포효과의 지속성 여부를 보기 위하여 측정된 도포 후 8주째의 *S. mutans* 수를 기초조사와 비교하였을 때 유의성있는 차이를 보이는 군은 없었다(표 4).

기초조사와 비교할 때 *S. mutans*의 수가 전문가불화주석도포군에서 3주후, 그리고 전문가불화주석도포와 불화나트륨 양치를 병행한 군에서

**Table 2.** Colony forming units(CFU) counts of *S. mutans* per ml saliva

| Total CFU count $\times 4 \times 10^4$ / ml saliva |          |                     |        |                 |        |                  |       |                  |       |                  |
|--|----------|---------------------|--------|-----------------|--------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|
| Group  | baseline |                     | 1wk    |                 | 2wk    |                  | 3wk   |                  | 8wk   |                  |
|  | mean     | range               | mean   | range           | mean   | range            | mean  | range            | mean  | range            |
| I  | 70.35    | 11.67*<br>-151.50** | 83.80  | 5.33<br>-573.50 | 60.67  | 0.00<br>-218.00  | 56.80 | 0.00<br>-196.50  | 92.87 | 4.33<br>-455.00  |
| II   | 181.17   | 15.33<br>-800.00    | 117.75 | 8.67<br>-370.00 | 115.96 | 20.00<br>-550.00 | 67.88 | 0.00<br>-290.00  | 70.67 | 24.33<br>-122.67 |
| III  | 75.46    | 4.33<br>-138.00     | 114.00 | 7.33<br>-360.33 | 86.46  | 13.33<br>-191.33 | 63.54 | 22.33<br>-155.50 | 50.63 | 3.00<br>-132.67  |
| IV   | 110.07   | 4.00<br>-482.00     | 63.91  | 9.67<br>-196.50 | 45.52  | 0.00<br>-211.00  | 36.22 | 1.33<br>-96.00   | 54.08 | 3.67<br>-116.67  |
| V  | 105.89   | 11.33<br>-261.00    | 83.35  | 5.00<br>-184.67 | 89.43  | 29.50<br>-204.33 | 88.39 | 10.00<br>-233.33 | 83.94 | 10.33<br>-234.50 |

\* : minimum *S. mutans* CFU count  
 \*\* : maximum *S. mutans* CFU count

**Table 3.** Means for stimulated salivary flow rate (ml/5min)

| Group | baseline        | 1wk             | 2wk             | 3wk             | 8wk             |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| I     | 5.34 $\pm$ 1.38 | 5.61 $\pm$ 1.74 | 6.08 $\pm$ 2.13 | 6.23 $\pm$ 1.46 | 6.60 $\pm$ 2.16 |
| II    | 5.78 $\pm$ 2.86 | 3.91 $\pm$ 1.42 | 4.60 $\pm$ 1.35 | 4.61 $\pm$ 1.60 | 5.08 $\pm$ 2.53 |
| III   | 5.14 $\pm$ 1.27 | 4.93 $\pm$ 2.43 | 5.88 $\pm$ 2.28 | 5.86 $\pm$ 3.13 | 6.57 $\pm$ 3.59 |
| IV    | 5.34 $\pm$ 3.97 | 6.17 $\pm$ 3.35 | 5.52 $\pm$ 2.01 | 5.11 $\pm$ 2.14 | 6.39 $\pm$ 3.03 |
| V     | 7.18 $\pm$ 3.05 | 7.31 $\pm$ 3.51 | 7.77 $\pm$ 3.72 | 7.28 $\pm$ 3.11 | 8.38 $\pm$ 3.68 |

Mean  $\pm$  SD

**Table 4.** Differences between baseline and each week when comparing number of *S. mutans* in each group

| Group | 1wk | 2wk | 3wk | 8wk |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| I     | NS  | NS  | NS  | NS  |
| II    | NS  | NS  | *   | NS  |
| III   | NS  | NS  | NS  | NS  |
| IV    | *   | *   | *** | NS  |
| V     | NS  | NS  | NS  | NS  |

NS : not significant  
 \* : P<0.1, \*\*\* : P<0.01

**Table 5.** Differences between each week in Group I when comparing number of *S. mutans*

| Weeks    | baseline | 1wk | 2wk | 3wk | 8wk |
|----------|----------|-----|-----|-----|-----|
| baseline | -        | NS  | NS  | NS  | NS  |
| 1wk      | -        | -   | NS  | NS  | NS  |
| 2wk      | -        | -   | -   | NS  | NS  |
| 3wk      | -        | -   | -   | -   | NS  |

NS : not significant

**Table 6.** Differences between each week in Group II when comparing number of *S. mutans*

| Weeks    | baseline | 1wk | 2wk | 3wk | 8wk |
|----------|----------|-----|-----|-----|-----|
| baseline | -        | NS  | NS  | *   | NS  |
| 1wk      | -        | -   | NS  | **  | NS  |
| 2wk      | -        | -   | -   | NS  | NS  |
| 3wk      | -        | -   | -   | -   | *   |

NS : not significant,  
\* : P<0.1, \*\* : P<0.05

**Table 7.** Differences between each week in Group III when comparing number of *S. mutans*

| Weeks    | baseline | 1wk | 2wk | 3wk | 8wk |
|----------|----------|-----|-----|-----|-----|
| baseline | -        | NS  | NS  | NS  | NS  |
| 1wk      | -        | -   | NS  | *   | NS  |
| 2wk      | -        | -   | -   | NS  | **  |
| 3wk      | -        | -   | -   | -   | NS  |

NS : not significant  
\* : P<0.1, \*\* : P<0.05

**Table 8.** Differences between each week in Group IV when comparing number of *S. mutans*

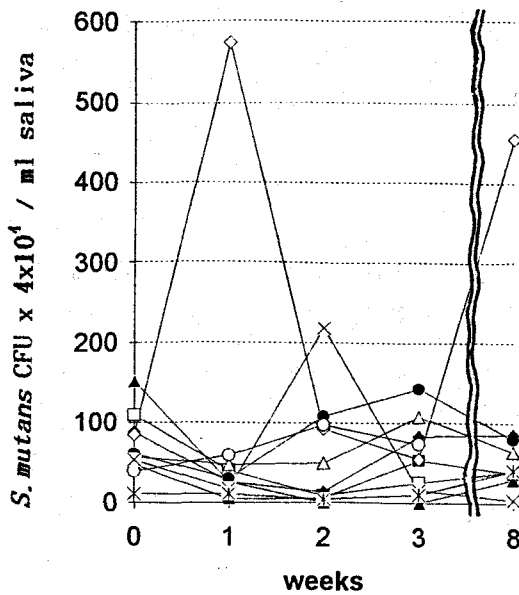
| Weeks    | baseline | 1wk | 2wk | 3wk | 8wk |
|----------|----------|-----|-----|-----|-----|
| baseline | -        | *   | *   | *** | NS  |
| 1wk      | -        | -   | NS  | NS  | NS  |
| 2wk      | -        | -   | -   | NS  | NS  |
| 3wk      | -        | -   | -   | -   | NS  |

NS : not significant  
\* : P<0.1, \*\* : P<0.05, \*\*\* : P<0.01

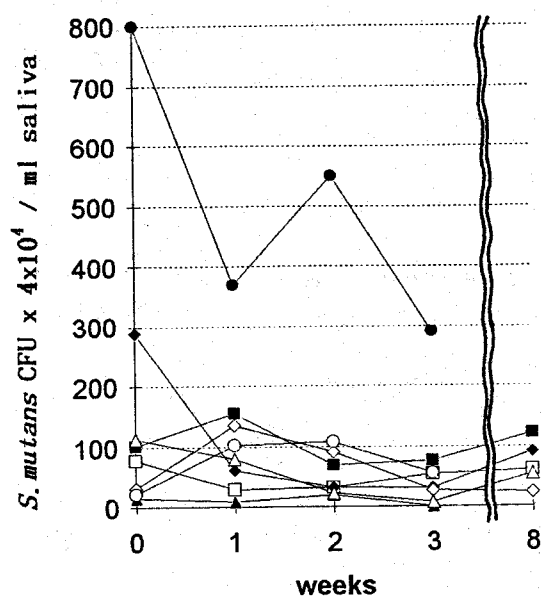
**Table 9.** Differences between each week in Group V when comparing number of *S. mutans*

| Weeks    | baseline | 1wk | 2wk | 3wk | 8wk |
|----------|----------|-----|-----|-----|-----|
| baseline | -        | NS  | NS  | NS  | NS  |
| 1wk      | -        | -   | NS  | NS  | NS  |
| 2wk      | -        | -   | -   | NS  | NS  |
| 3wk      | -        | -   | -   | -   | NS  |

NS : not significant



**Fig. 1.** Changes of *S. mutans* CFU(4x10<sup>4</sup>)/ml saiva in Group I.



**Fig. 2.** Changes of *S. mutans* CFU(4x10<sup>4</sup>)/ml saiva in Group II.

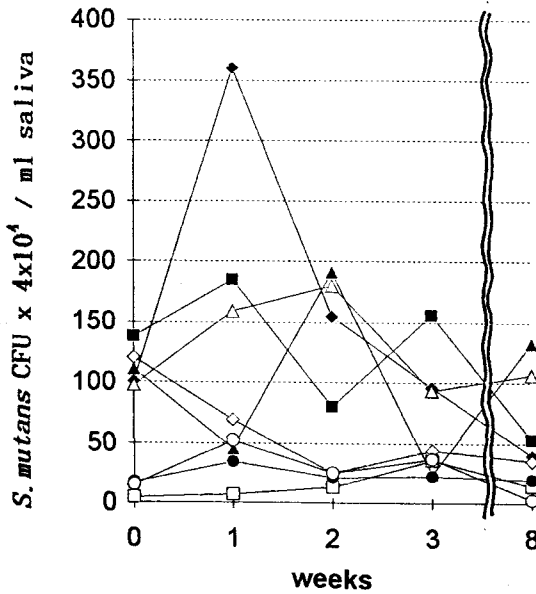


Fig. 3. Changes of *S. mutans* CFU( $4 \times 10^4$ )/ml saliva in Group III.

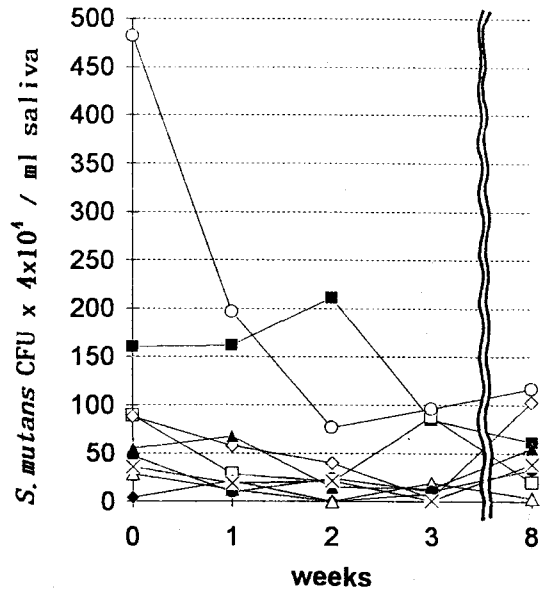


Fig. 4. Changes of *S. mutans* CFU( $4 \times 10^4$ )/ml saliva in Group IV.

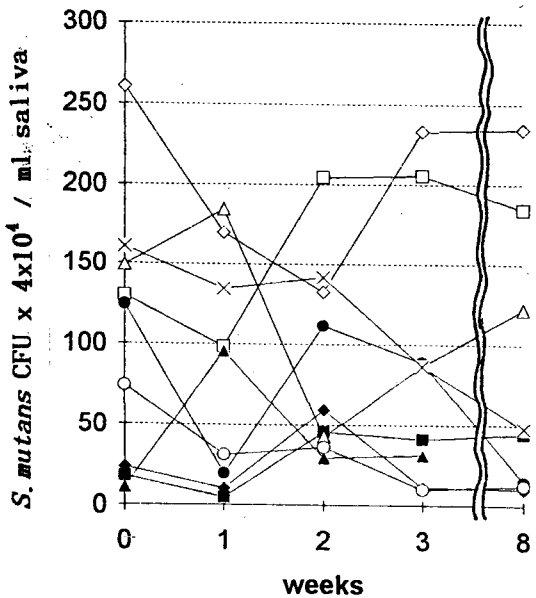


Fig. 5. Changes of *S. mutans* CFU( $4 \times 10^4$ )/ml saliva in Group V.

는 1주후, 2주후, 3주후에서 각각 감소하였다 ( $P < 0.1$ ) (표 4). 불화나트륨 양치만을 단독 시행한 군과 불화나트륨양치와 전문가불화나트륨도포를 병행한 군에서는 각 주간에 유의성 있는 차이를 보이지 않았다( $p > 0.1$ ) (표 5, 9). 전문가불화주석도포군에서는 기초조사와 3주후( $p < 0.1$ ), 1주후와 3주후( $p < 0.05$ ), 3주후와 8주후( $p < 0.1$ )에 차이를 나타내었다(표 6). 불화나트륨도포군에서는 기초조사와 차이를 보이는 주는 없었고, 1주후와 3주후( $p < 0.1$ ), 2주후와 8주후( $p < 0.05$ )에서 차이를 나타내었다(표 7). 그러나 불화주석도포 및 불화나트륨양치 병행군에서는 1주후( $p < 0.1$ ), 2주후( $p < 0.1$ ), 3주후( $p < 0.05$ ) 모두에서 기초조사와 차이를 나타내었다(표 8).

각 군의 타액분비량은 표 3과 같다. 시간경과에 따른 타액분비량 및 각 군과 경과시간간의 상호작용 효과는 나타나지 않았다( $p > 0.1$ ).

전문가불화주석도포후 임상적으로 주목할 만한 점막자극이나 혀의 착색은 발생되지 않았다. 그러나 일부 우식치면 부위에서 황색 착색이 발생되었다.

#### IV. 총괄 및 고안

교정치료가간증 발생하는 범랑질탈회 및 치아 우식증은 교정치료의 큰 장애로 되고 있다. 교정장치 장착으로 인한 구강내 환경변화는 우식증 유발세균으로 알려진 *S. mutans*, *Lactobacillus*, *Actinomyces* 중 등과 여러 세균들에게 좋은 서식처를 제공하게 된다. 이들 우식증 유발세균 중에서 *S. mutans*는 초기우식증의 발생에 관계하는 세균으로, *S. mutans*에 심한 감염을 보이는 환자는 그렇지 않은 환자에 비해 중증 우식증으로 발전하는 경우가 많다<sup>23,42</sup>. 따라서, 타액내의 *S. mutans*의 수, 즉 타액 1ml 당 CFU(Colony Forming Unit)를 우식활성의 기준 중 한가지로 활용할 수 있다<sup>32</sup>. 우식증에 대한 가장 강력한 화학요법제인 불소는 세균의 치면부착능 감소 및 우식증유발세균의 제거에 효과적이며 특히 *S. mutans*에 대한 억제력이 크다<sup>26</sup>. 본 실험에서 불소도포를 할 때 사용한 불화물은 불화나트륨과 불화주석이었다. 불화나트륨의 경우 고농도 도포에서만 항균효과를 나타내지만<sup>30,33</sup> 불화주석은 양치액으로 사용할 수 있을 정도의 낮은 농도에서도 항균효과를 내는 것으로 보고되고 있다<sup>1</sup>. 불소에 의한 치아우식증 예방 기구는 많은 학자들에 의해서 연구되어 왔지만 아직까지 확실하게 규명되지 못하고 있다. 여러가지 기구가 복합적으로 치아우식증 예방에 관여하는 것으로 보고 있다<sup>10</sup>.

*S. mutans* 수를 결정하기 위하여는 타액 표본을 사용하는 것이 편리하다<sup>24</sup>. 일반적으로 타액보다 치면세균막내에서 단위무게당 세균수가 더 많다. *S. mutans*의 타액 농도와 치면세균막의 비율 사이에는 유의성 있는 상관관계가 있다. 치면세균막내 *S. mutans*가 1% 이상이라면 타액의 평균치는 타액 1ml내에 1,000,000 이상이며, 0.3% 미만이면 일반적으로 300,000 이하이다<sup>25</sup>. Vogel 등<sup>41</sup>은 0.048mol/l(0.2%) 양치후 1시간내 치면세균막과 타액내의 불소농도를 검사한 결과 타액내 불소농도에 의해 치면세균막내의 불소농도가 증가됨을 보고하였다.

타액내의 세균수는 하루중에도 시간에 따라

다양하므로 일정한 시각에 타액을 채취하는 것이 좋다<sup>24</sup>. 대개 식사 후 1-2시간 후에 행해지는 것이 좋으나 본 연구에서는 편의상 오후 3시부터 6시 사이에 타액을 채취하였다. 각 군간에는 타액분비량에서 차이를 보이며( $p < 0.01$ ), 각 군내에도 시간경과에 따라 타액분비율이 대체적으로 약간씩 증가하는 경향을 보이나 통계학적 유의성은 없었다( $p > 0.1$ ). 군과 시간간의 상호작용 효과는 나타나지 않았다( $P > 0.1$ ). 즉 불소도포에 따른 타액분비량의 차이는 나타나지 않은 것으로 보인다.

본 연구의 실험결과를 교정장치를 장착하지 않은 군과 직접 비교할 수는 없다. 대상의 수가 매우 작기 때문에 결과를 해석하는 데 고려해야 한다<sup>23,40</sup>. *S. mutans* 수는 개인간 차이가 매우 크게 나타나기 때문에 *S. mutans* 수에 따라 대상의 순위를 매겼다. 본 실험에서도 시작시점에서 *S. mutans*의 수는 개인간차가 매우 크게 나타났다. 시작시점의 *S. mutans* 수가 비슷한 대상자끼리 군을 분류하였으면 더 좋았으리라 사료된다.

매주 한번씩 일주 간격으로 3주간 불소도포를 행하여 *S. mutans* 수를 관찰하고 도포중단 5주 후 다시 균수를 관찰함으로써 각 불소도포의 *S. mutans*에 대한 억제효과 및 그 지속효과를 보고자 하였다. 8주째에서 baseline과 비교했을 때 유의성 있는 차이를 보이는 주는 없었다. 따라서, 본 연구의 결과만으로는 불소도포의 지속효과는 거의 없는 것으로 판단된다. 이는, 불소의 효과는 단기간으로 양치 2주 후에는 더 이상 *S. mutans* 수의 감소를 유발하지 않는다는 Svanberg 등<sup>38</sup>의 보고와 일치한다.

전체적으로 불화나트륨도포군에서보다 불화주석도포군에서 *S. mutans* 수가 유의성 있는 감소효과를 보이고 있다. 이것은 불화주석이 불화나트륨에 비해 항균효과가 크다는 다른 연구자의 보고<sup>23,31,36,37,40</sup>와 일치하며, 0.05% 불화나트륨 용액중의 불소이온농도는 약 226ppm에 해당하므로 200ppm 정도의 불소이온농도는 *S. mutans*에 거의 효과를 미치지 못한다는 Tinanoff<sup>40</sup>의 보고와도 일치한다.

Boyd<sup>6</sup>, Klock 등<sup>23</sup>은 불화주석 겔을 사용한



경우가 불화나트륨 양치군보다 탈회와 치은염이 적게 발생함을 보고하고 있다. Boyd<sup>6)</sup>는 95명의 환자를 3군으로 나누어 1,100ppm 불소치약만을 사용하는 군(불소치약사용군), 불소치약사용과 함께 매일 0.05% 불화나트륨 용액 양치를 병행하는 군(불화나트륨양치군), 0.4% 불화주석 겔을 하루에 두번 자가도포하는 군(불화주석겔군)으로 각각 나누어 탈회와 치주상태를 조사한 결과 불화나트륨양치군에서보다 불화주석겔군에서 탈회가 적게 발생하였음을 보고하였다. 이는 불화주석이 불화나트륨에 비해 보다 큰 항균효과를 나타내기 때문이다<sup>40)</sup>. Svanberg 등<sup>38)</sup>의 연구에서 불화주석양치군에서는 타액과 치면세균막 모두에서 *S. mutans*가 감소하였으나 불화나트륨양치군에서는 감소하지 않았다.

실험실 연구중 여러 불화물의 최소 억제농도와 치사농도를 결정하는 연구에서 *S. mutans*는 다른 불화물보다 불화주석에 민감한 것으로 나타났다. 불화주석에 노출된 세균에서 주석이 많이 침착된 점은 불화주석이 더 큰 항균효과를 갖는데 기여한 것으로 보인다<sup>14,31,37)</sup>. *S. mutans*에 대한 불화주석의 항균작용과 불화주석과 치아 법랑질간의 생화학적 작용은 높은 우식활성을 가진 교정환자의 치료에서 다른 불소화합물보다 우수하다고 할 수 있다.

한편, Leverett 등<sup>27)</sup>은 불화주석에 의한 치면세균막의 억제기전에 대해 다음과 같이 설명하였다. 첫째, 불화주석은 법랑질과 세균 사이, 그리고 세균들 사이의 접촉성에 변화를 초래하여 치면세균막의 침착을 억제한다. 둘째, 세균내의 주석의 침착은 대사변화와 다른 생화학적 성질의 변화를 야기한다. 셋째, 불화주석은 불화나트륨 또는 염화주석보다 더 큰 항균 및 정균 작용을 가진다. 이것은 주석 단독에 의한 효과는 아니다. 넷째, 불화주석은 치면세균막내 산형성을 감소시켜 *S. mutans*의 생태에 불리하게 작용한다.

양치군에서는 협조도가 연구결과에 많은 영향을 미친다. Tinanoff 등<sup>40)</sup>의 연구에서는 1년동안 불화나트륨, 불화주석 양치를 시행하였을 때 실천성이 좋지 않은 군에서 집락수의 감소량이 적

었다. Geiger 등<sup>15)</sup>에 의하면 교정치료기간동안 10ml의 불화나트륨 양치를 하였을 때 법랑질의 백색병소가 유의성 있게 감소하였는데 이 때 실천성이 좋을수록 병소가 더 많이 감소되었다. 본 실험에서는 불소양치기간이 3주 정도여서 비교적 실천성이 좋았으므로 이 변수는 크게 영향을 미치지 않은 것으로 보인다.

불화주석 도포군에서 Boyd<sup>6)</sup>의 연구에서와 같이 점막자극이나 혀의 착색은 발생하지 않았으나 도포하였을 때 쓴 맛을 호소하였으며 우식치면에 치아의 착색이 발생하였으나 미관상 큰 문제는 되지 않았다.

교정치료를 할 때 야기되는 치은염과 치아우식증 예방을 위한 효율적인 프로그램으로 치면세마와 불소도포를 들 수 있다<sup>3)</sup>. Shannon<sup>36)</sup>은 0.4% 불화주석 겔로 1년간 잇솔질한 군에서는 탈회가 전혀 증가하지 않았으나 불화나트륨 겔로 양치한 군에서는 30%의 탈회가 증가됨을 보고하면서 모든 교정환자에게 0.4% 불화주석 겔 양치와 동시에 매 교정치료마다 산성불화인산염과 0.4% 불화주석 용액으로 전문가불소도포를 시행할 것을 추천하고 있다. Geiger 등<sup>15)</sup>은 탈접착시 백색병소를 기록하였는데 교정치료 기간 동안 10ml의 불화나트륨양치를 시행한 결과 법랑질의 백색병소가 감소하였음을 보고하였다. 한편 Huber 등<sup>20)</sup>은 기존의 교정장치는 치면세균막침착이나 치은염증을 증가시키지 않으며 주기적인 구강위생교육이 치면세균막이나 치은비대의 감소에 효과적이라고 보고 주기적 치면세마를 추천하였다.

본 실험결과로, 본 실험에서 사용한 방법과 같은 간단한 주기적인 불소도포법인 불화주석도포와 불화나트륨양치를 병행하는 방법으로 *S. mutans*의 수를 감소시키면 교정장치장착으로 인해 일시적으로 치아우식활성도가 증가한 경우의 법랑질탈회 및 치아우식증을 상당히 예방할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 이 효과는 단기간에 불과하였으므로 전체 교정치료동안 계속적인 불소도포가 필요할 것으로 보인다. 또한, *S. mutans*의 감소효과는 불화나트륨에서보다 불화주석에서 많이 나타났으므로 불화주석을 자가도

포할 수 있는 방법을 추천하는 것이 보다 바람직할 것으로 보인다.

V. 결 론

이 연구의 목적은 교정환자의 우식활성을 낮추기 위한 효과적인 불소도포법을 확립하고자 하는 것이었다. 평균 연령 12년 3개월의 44명의 고정성장치를 장착한 교정환자를 대상으로 하였으며 불화나트륨, 불화주석을 이용하여 다섯가지 방법으로 불소도포를 한 후 자극성 타액표본을 이용하여 도포전, 1주후, 2주후, 3주후, 그리고 8주후의 구강내 *S. mutans* 수의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 불화나트륨양치만을 단독 시행한 군과 불화나트륨양치와 전문가불화나트륨도포를 병행한 군에서는 시간경과에 따른 *S. mutans* 수의 감소가 통계학적 유의성을 보이지는 않았다.
2. 불화주석도포군과 불화주석도포 및 불화소다양치 병행군에서는 도포전과 비교해서 *S. mutans* 수가 유의성 있게 감소하였다.
3. 불소도포시작 후 8주째 관찰했을 때 *S. mutans* 수가 불소도포전과 비교해서 유의성 있는 감소를 보이는 군은 없었다.

REFERENCES

1. Andres, C.J., Shaeffer, J.C. and Windeler, A.S. : Comparison of antibacterial properties of stannous fluoride and sodium fluoride mouthwashes. *J. Dent. Res.*, 53: 457-460, 1974.
2. Artun, J. and Thylstrup, A. : A 3-year clinical and SEM study of surface changes of carious enamel lesions after inactivation. *Am.J.Orthod.*, 95:327-333, 1989.
3. Axelsson, P. and Lindhe, J. : The effect of a preventive programme on dental plaque, gingivitis and caries in schoolchildren. Results after one and two years. *J. Clin. Periodont.*, 1:126-138, 1974.
4. Balensteifen, J.W. and Madonia, J.V. : Study of dental plaque in orthodontic patients. *J. Dent. Res.*, 49:320-324, 1969.

5. Bloom, R.H. and Brown, L.R. : A study of the effects of orthodontic appliances on the oral microbial flora. *Oral Surg.*, 17: 758-767,1964.
6. Boyd, R.L. : Comparison of three self-applied topical preparations for control of decalcification. *Angle Orthod.*, 63:25-30, 1993.
7. Brudevold, F., Gardner, D.E. and Smith, F.A. : The distribution of fluoride in human enamel. *J.Dent.Res.*, 35:420-429, 1956.
8. Brudevold, F., Savory, A., Gardner, D.E., Spinelli, M. and Speirs, R. : A study of acidulated fluoride solutions-I : In vitro effects on enamel. *Archs.Oral Biol.*, 8:167-177, 1963.
9. Dean, H.T. : Endemic fluorosis and its relation to dental caries. *Public Health Reports*, 53:1443-1452, 1938.
10. Denepitiya, L. and Kleinberg, I. : A comparison of the microbial compositions of pooled human dental plaque and salivary sediment. *Archs.Oral.Biol.*, 27:739-745, 1982.
11. Diamanti-Kipiotti, A., Gusberty, F.A. and Lang, N.P. : Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances. *J.Clin.Periodontol.*, 14:326-333, 1987.
12. Edwardsson, S. : The caries-inducing property of variants of *Streptococcus mutans*. *Odont.Revy.*, 21:153-157, 1970.
13. Emilson, C.G. : Prevalence of *Streptococcus mutans* with different colonial morphologies in human plaque and saliva. *Scand. J. Dent. Res.*, 91:26-32, 1983.
14. Ferretti, G.A., Tanzer, J.M. and Tinanoff, N. : The effect of fluoride and stannous ions on *Streptococcus mutans*. *Caries Res.*, 16:298-307, 1982.
15. Geiger, A.M., Gorelick, L., Gwinnett, A.J. and Benson, B.J. : Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 101:403-407, 1992.
16. Gold, O.G., Jordan, H.V. and Houte, J.V. : A selective medium for *Streptococcus mutans*. *Archs.Oral.Biol.*, 18:1357-1364, 1973.
17. Gorelic, L. and Geiger, A.M. : Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am. J. Orthod.*, 81:93-98, 1982.
18. Hamada, S. and Slade, H.D. : Biology, immunology and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol. Revs.*, 44:331-384, 1980.
19. Hardie, J.M., et al. : A longitudinal epidemiological study on dental plaque and the development of dental caries - Interim results after two years. *J. Dent. Res.*, 56:C90-97, 1977.

20. Huber, S.J., Vernino, A.R. and Nanda, R.S. : Professional prophylaxis and its effect on the periodontium of full-banded orthodontic patients. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 91:321-327, 1987.
21. Ikeda, T., Sandham, H.J. and Bradley, E.L. : Changes in *Streptococcus mutans* and lactobacilli in plaque in relation to the initiation of dental caries in negro children. *Archs.Oral Biol.*, 18:553-566, 1973.
22. Issac, S., *et al.* : Solubility rate and natural fluoride content of surface and subsurface enamel. *J. Dent. Res.*, 37:254-263,1958.
23. Klock, B., Serling, J., Kinder, S., Manwell, M.A. and Tinanoff, N. : Comparison of effect of SnF<sub>2</sub> and NaF mouthrinses on caries incidence, salivary *S.mutans* and gingivitis in high caries prevalent adults. *Scand. J. Dent. Res.*, 93:213-217, 1985.
24. Krasse, B. : Caries Risk - A practical guide for assessment and control. pp 41-42, Quintessence Publishing Co. Inc., 1985.
25. Krasse, B. : Caries Risk - A practical guide for assessment and control. pp 47-48. Quintessence Publishing Co.Inc., 1985.
26. Krasse, B. : Caries Risk - A practical guide for assessment and control. pp 69-70, Quintessence Publishing Co. Inc., 1985.
27. Leverett, D.H., McHugh, W.D. and Jensen, ø.E. : Effect of daily rinsing with stannous fluoride on plaque and gingivitis: Final report. *J. Dent. Res.*, 63: 1083-1086, 1984.
28. Loesch, W.J. and Straffon, L.H. : Longitudinal investigation of the role of *Streptococcus mutans* in human fissure decay. *Infect.Immun.*, 26:498-507, 1979.
29. Loesche, W.J. : Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol. Revs.*, 50 : 353-380, 1986.
30. Loesche, W.J., Murray, R.J. and Mellberg, J.R. : The effect of topical acidulated fluoride on percentage of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguis* in interproximal plaque samples. *Caries Res.*, 7:283-296, 1973.
31. Maltz, M. and Emilson, C.G. : Susceptibility of oral bacteria to various fluoride salts. *J.Dent.Res.*, 61:786-790. 1982.
32. Maltz, M., Zickert, I. and Krasse, B. : Effect of intensive treatment with chlorhexidine on number of *Streptococcus mutans* in saliva. *Scand. J. Dent. Res.*, 89:445-449, 1981.
33. Marks, R.G., D'agostino, R., Moorhead, J E., Conti, A.J. and Cancro, L. : A fluoride dose-response evaluation in an anticaries clinical trial. *J. Dent. Res.*, 71:1286-1291, 1992.
34. Marsh, A., *et al.* : A microbiological study of early caries of approximal surfaces in schoolchildren. *J. Dent. Res.*, 68:1151-1154, 1989.
35. Noyes, H.J. : Dental caries and the orthodontic patient. *J. Am. Dent. Assoc.*, 24:1243-1254, 1937.
36. Shannon, I.L. : Prevention of decalcification in orthodontic patients. *J.Clinical Orthod.*, 15:694-705, 1981.
37. Svanberg, M. and Rölla, G. : *Streptococcus mutans* in plaque and saliva after mouthrinsing with SnF<sub>2</sub>. *Scand. J. Dent. Res.*, 90:292-298, 1982.
38. Svanberg, M. and Westergren, G. : Effect of SnF<sub>2</sub>, administered as mouthrinses or topically applied, on *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis* and lactobacilli in dental plaque and saliva. *Scand. J. Dent. Res.*, 91:123-129, 1983.
39. Tillery, T.J., Hembree, J.H. and Weber, F.N. : Preventing enamel decalcification during orthodontic treatment. *Am. J. Orthod.*, 70 : 435-439, 1976.
40. Tinanoff, N., Klock, B., Camosci, D.A. and Manwell, M.A. : Microbiologic effects of SnF<sub>2</sub> and NaF mouthrinses in subjects wih high caries activity. *J. Dent. Res.*, 62:907-911, 1983.
41. Vogel, G.L., Carey, C.M. and Ekstrand, J. : Distribution of fluoride in saliva and plaque fluid after a 0.048 mol/L NaF rinse. *J. Dent. Res.*, 71:1553-1557, 1992.
42. Zickert, I., Emilson, C.G. and Krasse, B. : Effect of caries preventive measures in children highly infected with the bacterium *Streptococcus mutans*. *Archs. Oral Biol.*, 27:861-868, 1982.
43. 김종배, 최유진 : 공중구강보건학, pp 68-84, 고문사, 1991.
44. 김종배, 최유진, 백대일, 신승철, 김동기 : 임상예방치학, pp 201-205, 215, 이우문화사, 1991.

-ABSTRACT-

THE EFFECT OF TOPICAL FLUORIDE APPLICATION ON THE NUMBER OF SALIVARY *STREPTOCOCCUS MUTANS* IN ORTHODONTIC PATIENTS

Weon-Jeong Bae, D.D.S., Jin-Beom Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,  
Hyung-II Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Woo-Sung Shon, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Pusan National University.*

The effect of topical application on the number of *S. mutans* was tested in a group of 44 orthodontic patients (mean age, 12Y 3M). They were divided into 5 groups according to the method using NaF and SnF<sub>2</sub>. The number of *S. mutans* CFU were counted in stimulated saliva of each subject at baseline, and after one, two, three, and eight weeks.

The following results were obtained.

1. In NaF rinsing group, and NaF topical application and NaF rinsing group, the number of *S. mutans* per ml saliva was not significantly changed.
2. In SnF<sub>2</sub> topical application group, and SnF<sub>2</sub> topical and NaF rinsing group, the number of *S. mutans* per ml saliva was significantly reduced.
3. After 8 weeks, there were no significant reduction of the number of *S. mutans* in comparison with baseline.

KOREA J. ORTHOD 1994 ; 24(1) : 181-192.

**Key words** : Fluoride application, *Streptococcus mutans*, Fixed orthodontic appliances