

청소년 교정환자들의 치은염 및 치아탈회 조절을 위해 사용한 겔형 불화주석(SnF₂ gel)의 장기간 평가

Robert L. Boyd¹⁾ · 전 윤 식²⁾

이 논문의 목적은 청소년 교정환자들의 치은염과 치아탈회를 조절하기 위해 사용된 수종의 화학요법들에 관해 최근 에 보고된 2개의 연구를 재검토하기 위함이다. 첫번째 연구(치은염 연구)는 고정성 교정장치를 장착하고 있는 경우, 기존의 칫솔법에 매일 2회 유효 주석이온이 90% 이상 함유된 0.4%의 겔형 불화주석(SnF₂ gel)을 함께 사용하는 경우와 기존의 칫솔법만을 사용하는 것 중 치태침착과 치은염을 조절하는데 있어서 어느 것이 더 효과적인지를 결정하기 위하여 시행 되었다. 두번째 연구(치아탈회 연구)는 교정환자들을 대상으로 1100 ppm의 불소가 함유된 치약만을 사용할 때와 이와 똑 같은 치약과 0.05% 불화나트륨 양치액(NaF rinse)을 병용하여 양치하거나 이 치약과 함께 0.4% 겔형의 불화주석을 사용할 때 치아탈회의 조절효과를 비교하기 위하여 시행 되었다. 치은염 연구에서는 모든 치아를 고정성 장치로 계속 치료를 받고 있는 청소년 교정환자 65명을 연령과 성별에 따라 두 군으로 지정하였다. 마찬가지로 치아탈 회 연구에서도 30명을 추가(총 95명)하여 제 3군으로 지정하였다. 제1군(대조군, 35명)은 단지 표준화 불소(1100 ppm 불소) 치약만 사용하였다. 제 2군은 1 군과 같은 치약에 겔형의 0.4% 불화주석이 함유된 치약(겔형 불화주석군, 표본 수=30) 매일 2회씩 18개월 동안 사용하였다. 제 3군은(단지 치아탈회군만으로 이용) 같은 종류의 치약과 0.05% 불화나 트륨 양치액을 사용하였다(불화나트륨 양치군, 표본수=30). 치태침착의 임상평가는 Plaque Index로, 치은의 염증은 Gingival Index로, 치관의 착색은 단일맹검(single-blind)으로, 고정성 교정장치를 장착하기 전과 장착한 후 1, 3, 6, 9, 12, 18 개월마다 실시하였다. 치아탈회의 임상평가는 맹출한 모든치아의 순측면에 고정성 교정장치를 장착하기 전과 장치 제거 3개월 후에 단일맹검으로 실시하였다. 치은염 연구에서 겔형 불화주석군(SnF₂ gel group)이 대조군에 비해 교정치료 기간동안 시행한 모든 검사에서 Plaque Index(p<0.01)와 Gingival Index(p<0.001)가 상당히 낮은것으로 나타 났다. 겔형 불화주석군에서 한 증례는 미미한 치관착색을, 두 증례는 보통정도의 치관착색을 보였다. 치아탈회 연구에 서는 겔형 불화주석군과 불화나트륨 양치액군이 치료후 치아탈회값에서 치료전 치아탈회값을 뺀 치아탈회값이 대조 군에 비해 구강전체 및 제1대구치에서 현저하게 낮은 값(p<0.05)을 보였다. 비록 겔형 불화주석군이 불화나트륨 양치액 군보다 일관되게 낮은 치아탈회값을 보였을지라도 통계적으로 그 차이는 단지 유의성을 보이는 정도였다.

(주요단어 : 치아탈회, 겔형 불화주석, Plaque Index, Gingival Index)

I. 서 론

1950년대 이후 치아우식증을 예방하기 위하여 치 과에서 사용해 온 불화주석(SnF₂)은 부작용이 극히 적은 것으로 보고된 국소화학제이다¹⁻⁵⁾. 불화주석이 치태형성과 치태조성을 방해하여⁶⁻¹⁶⁾ 치은염을 줄이 거나 예방한다는^{6,16-21)} 증거들 즉, 불화주석의 항균성 을 입증하는 연구들이 점차 많아졌다. 대부분의 연구

는 불화주석의 항균기전이 세균의 성장^{13,22)}, 신진대사^{1,23,24)} 세균의 유착과 응집력^{7,25-27)}을 변화시키는지 여 부에 초점을 맞추었다. 세균에 대한 불화주석의 이러 한 효과들이 치태침착과 치은염에 미치는 가시적인 효과를 설명할 수 있었다²⁸⁾.

일반적으로 교정환자들에게 치태침착과 치은염의 발생빈도가 증가하는 이유는 그들의 교정장치가 치 태제거에 방해되기 때문이다²⁹⁻³¹⁾. 최근 연구에 의하 면²⁰⁾ 유효 주석이온을 90% 이상 함유한 0.4% 불화주 석을 교정치료 중인 청소년 교정환자에게 치은염을

¹⁾UCSF 치과대학 교정과 과장, 교수

²⁾이화의대 치과학교실 교정과, 조교수

조절하기 위하여 9개월 동안 하루에 2회 사용하였을 때가 유효 주석이온이 2% 미만인 불화주석을 사용하였을 때 보다 통계적으로 더 효과가 있음이 입증되었다.

이전의 연구들은 고정성 장치로 교정치료를 받는 환자들 중, 특히 구강청결상태가 불량한 환자들의 치아탈회가 심각한 임상적인 문제점으로 지적되어 왔다^{29,32-39}. 그밖의 연구들은 고정성 교정장치로 치료를 받는 동안 다양한 불소조작, 즉 중성 불소치약^{33,36,37}, 겔형 불화주석³⁴ 그리고 불화나트륨 양치액^{29,32,33} 등이 치아탈회를 감소시킨다고 하였다. 그러나 어떠한 연구도 이 세가지 방법중에서 어느 방법이 교정치료 중 치아탈회를 조절하는데 더 효과적인지를 결정하기 위하여 시도된 적이 없다.

이 보고서의 목적은 청소년 교정환자에게서 임상적으로 시도된 장기관찰의 최근의 결과들을 요약하기 위함이다. 이 보고서는 별도로 된 두개의 연구로 되어 있다. 첫번째 연구는 치은염과 치태침착의 차이를 두 군간에 비교하였고²¹ 두번째 연구는 이 두 군과 교정치료중 발생하는 치아탈회, 즉 제 3 군을 비교하였다⁴⁰. 세 군 모두 전체 연구기간을 통하여 매 월 같은 종류의 수동칫솔과 이를 이용한 칫솔 사용법을 교육받았다. 제1군(대조군)은 전통적으로 사용해 온 1100ppm의 불소치약만을 사용하였고, 제2군은 이 치약과 함께 1일 2회 0.4%의 불화주석(겔형군)을 사용하였고, 제3군(치아탈회만 연구)은 같은 치약에 1일 1회 0.05%의 불화나트륨 양치액(양치액군)을 사용하였다.

II. 연구자료 및 방법

1. 연구집단

UCSF 치과대학 교정과에서 고정성 교정장치로 치료를 계속 받고 있는 환자 중 95명을 연구대상으로 하였으며 환자나 보호자로 부터 이 연구에 참여한다는 사실을 고지하고 허락을 받았다. 류머티스열, 선천성 심장질환, 혈액이상 또는 당뇨병의 병력이 있는 자는 연구대상에서 제외시켰고 Kornman이나 Robertson⁴¹이 정한 기준에 따라 유년성치주염을 갖고 있는 것으로 진단된 환자도 연구대상에서 제외시켰다. 추가로, 교정치료 시작 6개월 동안 항생제를 복용한 환자는 없었다. 이 연구집단은 작위로(non-randomly) 한 개의 대조군과 두개의 치료군으로 분류하였

으며 각 군의 연령 및 성별 분포는 거의 비슷하도록 조절 하였다. 대조군의 평균연령은 12.9세(연령범위, 9세에서 16세)였고, 제1치료군(겔형 불화주석군)의 평균연령은 13.4세(연령범위, 11세에서 17세), 제2치료군(불화나트륨 양치액군)의 평균연령은 13.2세(연령범위, 9세에서 18세)였다. 대조군에서 여자는 22명 남자는 13명 이었고 겔형 불화주석군에서 여자는 18명 남자는 12명 이었으며 불화나트륨 양치액군에서는 여자는 19명 남자는 11명이었다.

2. 임상검사

치주상태와 치아탈회를 평가하기 위하여 기준선임상검사(baseline clinical examination)를 시행하였다(Fig. 1). 이 조사는 연구대상이 어떻게 이루어졌는지 그 실체를 모르는 조정된 임상검사자들에 의해 이루어졌다.

1) 치태침착및 치은염

치태침착과 치은염의 존재 여부는 교정장치를 장착하기 전에 검사표준이 되는 6곳을 정하였고 교정장치를 장착한 후 1, 3, 6, 9, 12, 18 개월 마다 치태지수(Plaque Index)와 치은지수(Gingival Index)⁴³를 이용하여 측정하였다. 만약 피검치아의 결손이 있으면 반대측의 치아를 대상치아로 하였다. 치주및 치아탈회 계측이 85% 정도의 재현성을 유지하기 위해서 연구 시작 전과 연구기간을 통하여 검사자내 측정과 검사자간 측정을 6개월 간격으로 하였다. 치주상태를 계측함에 있어서 계측오차를 재는 방법은 이전에 보고된 방법들을 이용하였다²⁰.

2) 치아탈회

치아탈회는 현재 있는 영구치의 협면을 다음과 같은 기준으로 정하였다.

- 치아탈회값 0=치아표면에 흰 반점이나 파피상이 보이지 않는 상태(치아탈회 없음)
- 치아탈회값 1= 치아표면에 파피상은 없으나 흰 반점이 보이는 상태(경도의 치아탈회)
- 치아탈회값 2= 거친 치아표면을 갖고, 흰 반점이 보이지만 보존적 치료는 요하지 않는 상태(보통정도의 치아탈회)

치아탈회 상태는 교정장치를 제거하고 3개월 후에

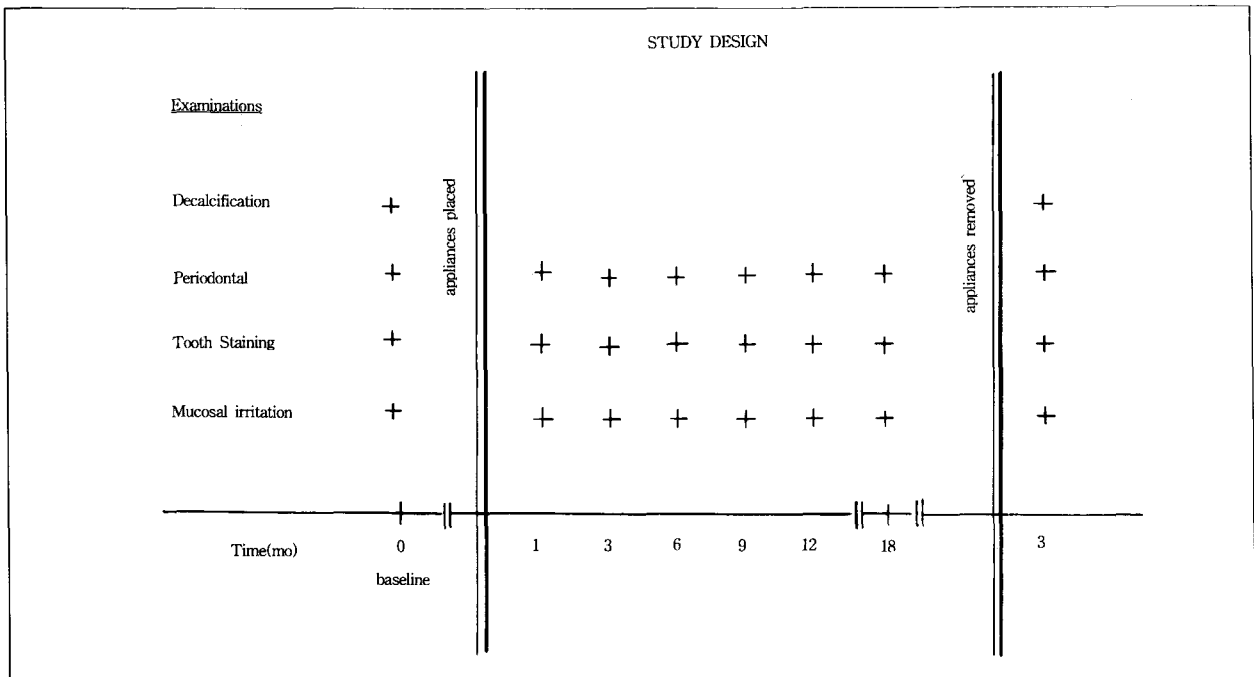


Fig. 1. Study design for this clinical trial. Examination time for decalcification, periodontal status, tooth staining and mucosal irritation are indicated with a +. Toothbrushing instructions and reinforcement for all three groups, as well as rinse or gel instructions and reinforcement for the two treatment groups, were provided at monthly intervals throughout the study.

다시 정하였다(Fig. 1).

치아탈회 정도는 교정치료 후 얻은 치아탈회 값에서 교정치료 전에 얻은 값을 컴퓨터작업으로 계산하여 얻었다.

3) 치관착색, 점막자극과 혀의 착색

만약 치아에 착색이 있으면 경도, 보통, 중증으로 분류하였다. 만약 전반적으로 점막에 자극 또는 혀에 착색이 보이면 매 임상검사 때마다 기록하였다(Fig. 1).

4) 불화주석 성분 분석

연구 시작 전과 6개월, 12개월 후 이 실험에 사용하였던 겔형의 불화주석 표본을 미국약전이 규정한 방법(1985)에 따라 불화주석 이온의 조성과 산도를 분석하였다(Scientific Associates, Inc., St. Louis, MO).

5) 예방치료

기준선 평가가 끝난 후 연구대상인 모든 환자들에게 칫솔사용법을 교육 시켰다. 끝이 둥글고 부드러운 기존의 칫솔을 이용하여 수평으로 문지르는 법(horizontal scrub method)을 교육시켰다²⁹⁾. 치료를 담당

한 의사는 후에 banding과 bonding을 위해 내원할 때와 교정치료 기간 동안 치료를 받기 위해 매달 내원할 때마다 착색제(Plaklite, Bristol-Myers Co., Stamford, CT)를 이용하여 이러한 교육을 강화시켰다. 모든 연구대상자들에게 알려준 칫솔사용법 이외에는 치실이나 어떠한 치태 제거방법도 더이상 사용하지 않도록 하였고, ADA에서 공인한 불화나트륨 치약(Crest, Proctor & Gamble, Cincinnati, OH)을 사용하도록 하였다.

겔형 불화주석군에게는 0.4% 겔형 불화주석(Scherrer Corp., Dallas, TX)을 하루에 2회 사용하도록 하였다. 그들은 먼저 칫솔질을 한 후 칫솔과 구강내를 물로 양치하고 칫솔에 겔을 묻혀 사용한 다음 1시간 이내에는 양치를 하거나 음식물 섭취를 못하도록 교육 받았다. 불화나트륨 양치군 대상자들에게는 하루에 한번 잠자리에 들기전 mint향이 들어있는 0.05% 불화나트륨 양치액(Fluorigard, Colgate Hoyt, Canton, MA)을 사용하도록 하였다. 그들에게 0.5 온스의 양치액을 입안에 1분간 넣어 양치를 한 후 뱉어내되 양치 후 물로 헹구지 못하도록 하였다. 이러한 교육은 매달 내원시 마다 강조하였다.

기준선임상평가(baseline clinical assessment)가 완료되었을 때, 모든 연구대상자들에게 치관활택술(coronal tooth polishing)로 예방조치를 해주었다. 추가로 매 6개월 마다 일반 치과의사에게 일상적인 구강 검사와 예방조치를 받도록 환자에게 주문하였다.

6) 교정치료

모든 연구대상자들의 제1, 제2대구치에 band를 하고, 나머지 모든치아에는 preadjusted edgewise appliance를 직접 bonding 하였다.

7) 통계분석

computer에서 변환되는 중에 발생할 수도 있는 오차의 가능성을 줄이기 위해 원래의 자료 모두 그대로를 두번씩 computer에 입력하였다. 만약 두번씩 넣은 자료 사이에서 어떤 차이가 발견되면 computer가 감지하여 넣은 자료가 수정될 수 있도록 하였다.

8) 치태침착과 치은염

기준선으로부터 군내 차이와 군간 차이를 검증하기 위한 변수를 위해 모든 자료는 반복 측정된 이요인 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 육안으로 보이는 치태(Plaque Index >1) 또는 가벼운 probing시 치은출혈(Gingival Index >1)의 부위별 비율은 분산분석으로 처리하였다. 통계적 유의성을 나타내는 p값은 0.05로 하였다.

9) 치아탈회

세 군 중 어느군이 치아탈회(치아탈회 값이 1, 2와 3의 혼합형태)가 보통정도와 심한정도(치아탈회값 3)의 부위비율을 갖는지 그 차이를 검증하기 위하여 일요인 분산분석과 공분산분석[One-way analyses of variance(ANOVA), covariance(ANCOVA)]을 시행하였다. 이러한 분석들은 치료전 기준선과 치료후에 다시 시행되어 치료완료 3개월 후에 얻어진 치아탈회 값에서 기준선 치아탈회 값을 뺀으로써 얻어졌다. 공분산분석에서 치료후 치아탈회값은 기준선 치아탈회값을 공변량으로 사용하는 것과 함께 종속변수로 사용하였다. 각 군에서 차이가 있는 부위를 구별하기 위하여 분산분석과 함께 Bonferroni(Dunn) t-tests를 실시하였다. 분산분석에서 각 군간에 유의의 차를 규명하기 위하여 최소사승법을 이용하여 계획된 다중비교를 시행하였다. p 값이 0.05보다 작을 때 통계적으로 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

III. 연구결과

연구대상은 대조군 32명, 겐형 불화주석군 24명, 불화나트륨 양치군 26명으로 이루어졌다. 연구대상자가 이사를 가는 이유로 교정치료를 그 곳에 의뢰하였거나 임상검사를 한번 이상 빠진 경우에는 연구대상에서 제외시켰다. 고정성 교정장치를 장착한 평균기간은 대조군에서는 26.2개월, 겐형 불화주석군에서는 26.7개월, 불화나트륨 양치군에서는 24.3개월이었다. 겐이나 치약의 맛을 불평한 이유때문에 연구에서 탈락한 대상은 없었다.

두명의 임상검사자들 간의 평균 검사자내 동의율(intra-examiner agreement)은 87.2%였고 검사자간 동의율(inter-examiner agreement)도 86.5%였다. 양측의 임상검사자들의 임상지수를 위한 Kappa statistic에 의한 평균은 0.73이었고 범위는 0.68에서 0.82였다.

1) 치태침착과 치은염

기준선 임상검사에서 각 군간에 어떠한 통계적 유의의 차가 없었다(Fig. 2, 3). 대조군에서 처음 치료 시작할 때부터 9개월까지는 가시적인 치태침착 부위 비율(치태지수값이 1보다 클때, Fig. 2)이 점차 증가함을 보이다가 이후부터 대조군에서의 치태침착은 약간 감소를 나타내었다. 겐형 불화주석군은 대조군에 비해 처음부터 18개월 동안 상대적으로 일정한 수준을 나타내었으며 3개월부터 18개월 동안에는 통계적으로 유의의 차(p<0.01)를 보였다.

대조군에서 probing시 치은출혈이 나타나는 부위 비율(치은지수값이 1보다 클 때, Fig. 3)은 처음 시작할 때와 1개월 사이에 갑자기 치은염증과 치은출혈이 증가함을 보이다가 18개월에 걸쳐서 점진적으로 증가함을 보였다. 그러나 겐형 불화주석군은 치태지수와 비슷한 양상을 보였고 대조군 보다 1, 3, 6, 9, 12개월과 18개월 때 치은염증과 치은출혈이 나타나는 부위비율이 훨씬 적었다(p<0.001).

2) 치아탈회

연구 시작 전에 시행한 세 군간의 치아탈회를 분산분석과 공분산분석을 통해 알아본 결과 차이는 없었다. 그러나 치료완료 3개월 후에 시행한 치아탈회지수에서 시작전에 시행한 치아탈회지수를 뺀 값과 대조군의 치아탈회지수가 1 또는 그 이상과 2 또는 그 이상인 것을 비교할 때 불화나트륨 양치군과 겐형 불

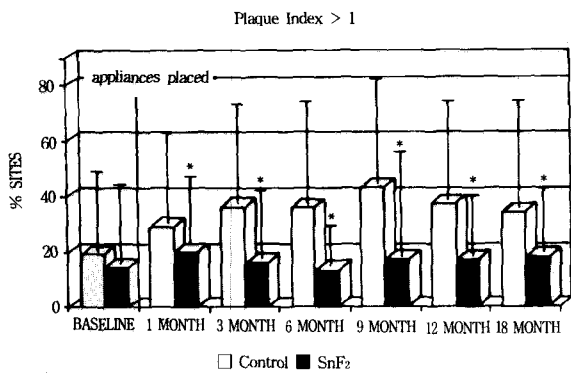


Fig. 2. Mean percentage of sites with a Plaque Index greater than 1 (visible plaque) for the control group and SnF₂ gel treatment group over the 18-month study period. Asterisk (*) indicates statistically significant difference from the control group (p < 0.01). Bars indicate standard deviation.

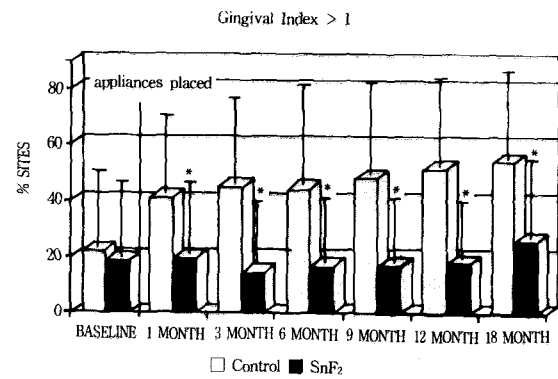


Fig. 3. Mean percentage of sites with a Gingival Index greater than 1 (gingival bleeding upon probing) for the control group and SnF₂ treatment group. Asterisk (*) indicates statistically significant difference from the control group (p < 0.01). Bars indicate standard deviation.

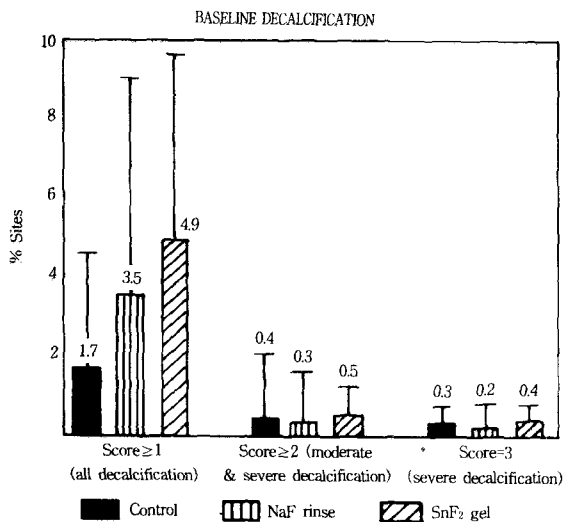


Fig. 4. Pre-treatment (baseline) mean percentages and standard deviations for sites in the control, NaF rinse and SnF₂ gel groups with scores ≥ 1 (all decalcification), scores ≥ 2 (moderate and severe decalcification) and scores = 3 (severe decalcification). Scoring criteria for decalcification levels are explained in Methods. No significant differences were found between the groups for any level of decalcification with either the ANOVA or ANCOVA analysis.

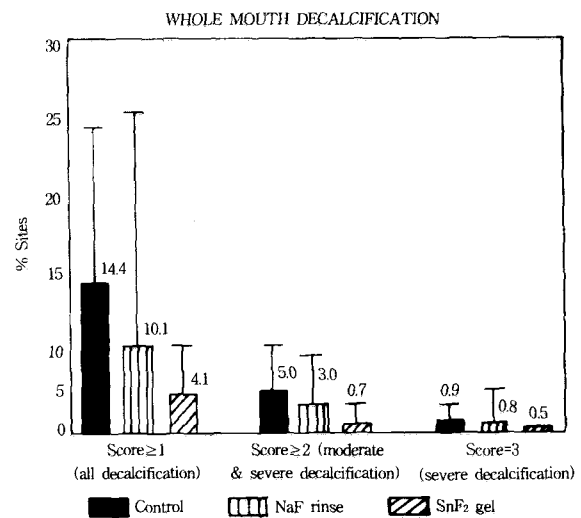


Fig. 5. Post-treatment (baseline) mean percentages and standard deviations for whole mouth decalcification scores for the three groups. Baseline decalcification scores were subtracted from post-treatment scores to determine the levels of decalcification that had occurred during orthodontic treatment. Both the ANOVA and ANCOVA analyses found significantly fewer sites with decalcification scores of ≥ 1 and ≥ 2 for the NaF rinse and the SnF₂ gel groups than for the control group (p < 0.05). Although the SnF₂ gel group had lower decalcification scores than the rinse group, this difference was only of borderline significance (p = 0.06).

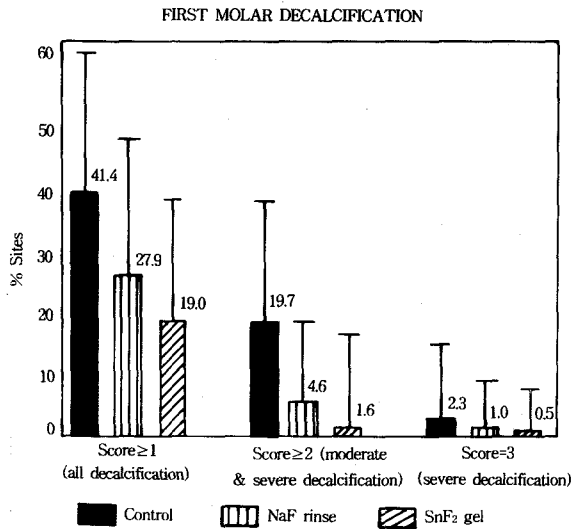


Fig. 6. Pre-treatment mean percentages and standard deviations for first molar decalcification scores for the three groups. Scores were determined as described in Fig. 3. The NaF rinse and SnF₂ gel groups had significantly fewer sites with scores ≥ 1 and ≥ 2 than the control group. Again, the SnF₂ gel group had less decalcification but the difference was not statistically significant (p=0.16) for scores ≥ 1.

화주석군에서 치아탈회를 보인 부위는 훨씬 적었다 (Fig. 5). 비록 겔형 불화주석군이 불화나트륨 양치군보다 낮은 지수를 보였을지라도 통계적으로 그 차이는 경계선에 위치하는 유의성을 보였다(p=0.06). 치아탈회지수가 3을 보이는 군 간에는 어떠한 유의적 차를 보이지 않았다.

제1대구치에서, 분산분석과 공분산분석을 통해 대조군의 치아탈회지수가 1 이상 및 2 이상인 것과 비교하여 볼 때 겔형 불화주석군과 불화나트륨 양치군이 훨씬 더 적은 부위에서 낮게 나타났다(Fig. 6). 비록 겔군이 양치군에 비해 낮은 지수를 보였지만 통계적으로 유의적 차는 없었다(p=0.16). 대구치에서 치아탈회지수 3을 보이는 군 간에 통계적 유의적 차는 없었다.

3) 겔형 불화주석의 검량(분석물)

불화주석의 검량 결과, 유효 주석이온이 90% 이상이었으며 pH는 평균 3.1이었다.

4) 치관착색, 점막자극과 혀의 착색

연구기간 동안 세 실험군 중 어느 환자에게서도 전반적인 점막의 자극이나 혀의 착색은 발생하지 않았다. 교정치료 중에 대조군과 양치군 중에서 치아착색이 발생하지는 않았지만 불화주석군에서는 한명이 경도(mild)의 치관착색을, 두명이 보통정도(mode-rate)의 전반적인 치관착색을 보였다.

5) 환자의 협조도

세 실험군에서 교정치료 기간동안 치약을 평균보다 월 3일 이하로 사용한 것으로 보인 자료는 제외시켰다. 환자협조도의 자료는 불화나트륨 양치군에서 평균보다 월 3.2일 이하로 양치를 한 환자를 제외시켰고, 겔형 불화주석군에서도 월 3.5일 이하로 사용한 환자를 제외시켰다.

IV. 총괄 및 고찰

1) 치태침착과 치은염

이 연구에서 치은염 부분의 결과를 18개월 동안의 전 연구기간을 통해 대조군과 비교해 볼 때 임상적 및 통계학적으로 겔형 불화주석군이 대조군에 비해 치태지수와 치은지수가 낮은 값을 보였다. 선행된 연구에 의하면 고정성 교정장치를 장착한 후 일반적으로 치태침착과 치은염증이 나타난다고 하였으며^{29,31)} 특히 치태 제거법을 특별히 교육받지 않은 환자에게서 그렇다고 하였다³⁰⁾. 다른 많은 연구에서도 불화주석이 치태^{2,4,7-16)}와 치은염의 감소^{6,17-21)}를 나타낸다고 보고하였다. 그러나 최근에 발표된 또다른 장기간 연구(18개월)에 의하면 치은염이 있는 성인환자에서 0.4% 불화주석과 겔형 플라세보 또는 0.22% 불화나트륨의 사용 후 효과 비교에서 치태침착이나 치은염에 있어서 통계적으로 유의적 차를 보이지는 않았다⁴⁵⁾. 최근의 연구결과와 이 전에 시행되었던 연구결과가 서로 상반되는 이유는 다음과 같다. 즉, 이 전에 시행되었던 연구에서는 시작하였을 때의 연구대상이 연구의 마지막 시기에 가서는 절반만이 남았으며, 대조군에서 치은의 염증상태의 평균치는 최근의 연구에서 나타난 대조군 보다 낮았고, 최근의 연구에 비해 1일 2회 겔형 불화주석을 사용하는 것 보다 협조도가 낮았기 때문이다. 학교에서 시행한 18개월간의 양치 프로그램으로 보고된 또 다른 연구에 의하면⁴⁶⁾ 치태침착과 치은염의 효과에서 어중간한(borderline) 연구결과가 나왔다. 그러나 그러한 연구결과를 이번의 연

구결과와 직접 비교할 수 없는 이유는 학생들의 수업이 1년에 약 160-180일 정도인데다가 하루에 단 1회만 양치를 하였기 때문이다.

전에 발표된 보고에 의하면²⁰⁾ 이번 연구에서와 같이 대조군과 겔형 불화주석군 그리고 제3치료군이 2% 미만의 유효 주석이온이 함유된 겔형 불화주석을 9개월간 사용한 결과, 유효 주석이온이 2% 미만에서 치태지수가 더 높은 수치를 나타내었다. 그러나 이러한 차이는 연구시작 처음 9개월 동안에는 통계적 유의성에 접근은 했지만 이르지지는 못했다($p=0.07$). 이번 연구에서 통계적 유의성이 서로 다르게 나타나는 이유들은 대개는 다음과 같다. 연구대상자들의 표본수가 약간 다르고, 통계처리 및 분석이 세 군보다는 두 군간에 이루어졌으며, 겔형 불화주석군의 협조도가 연구 마지막 9개월 동안에 향상 되었기 때문이다.

활성화된 주석이온의 안정성은 바람직한 항균효과를 갖기위해 필요한 것으로 나타났다. 가정용으로 상품화 되어 처방된 불화주석이 안정성을 갖기 위해서는 가수분해나 산화를 줄여야 하며 이를 위해 글리세린이나 다른 비수용성 물질이 첨가 되어야 한다⁴⁷⁾. 그럼에도 불구하고 이러한 제품들의 안정성은 매우 다양한 것으로 알려져 있는데, 어느 경우에는 주석이온이 충분히 활성화 되지 못해 결국 원하는 항균효과를 얻지 못한다⁴²⁾. 그러나 이번 연구에 사용한 겔형 불화주석은 전체 연구기간 동안 유효 주석이온의 농도가 90% 이상 유지되었다는 것이 별도의 실험실 분석을 통하여 입증되었다⁴⁴⁾. 구강내 세균에 대한 불화주석의 효과들은 다음과 같은 것으로 추정해왔다. 2가의 양이온을 갖는 주석이온이 음이온을 갖는 치태조성물과 상호작용을 하여 세균들의 부착과 응집력을 방해하고⁹⁾; 세균의 thiol군이 주석에 의해 산화되며²⁴⁾; 세균들이 흡수한 주석으로 인하여 세균에 대사장애가 오며^{14,48)}; 전하는 바에 의하면 원래 낮은 pH를 갖는 불화주석이 HF를 형성하여 그것이 불소이온보다 더 항균력이 있다고 한다^{49,50)}. 불화주석은 또한 치태의 산조성(acid formation)을 감소시키는 것으로 보이며 이것이 *Streptococcus mutans*에게 생태학적으로 불리하게 작용할지도 모른다. 비록 불화주석이 있는 곳에서 *S. mutans*와 *S. sanguis*의 세균수가 모두 줄어들었을 지라도 *S. mutans*가 좀 더 심하게 영향을 받는 것 같다^{51,52)}. 사람들은 이러한 세균들이 시간이 지나면서 불화주석에 대해 내성이 생길 것으로 조심스럽게 생각해 왔지만, 18개월 동안의 연구결과 이러한 일들은 발생하지 않았다.

2) 치아탈회

이번 연구에서 치아탈회 부분의 결과를 보면, 고정성 교정장치로 교정치료를 받는 청소년기 환자들이 치아탈회를 예방하기 위해 치약 하나만을 사용하는 것보다 하루 1회 0.05%의 불화나트륨으로 양치하거나 또는 0.4%의 겔형 불화주석을 1100 ppm의 불소치약과 함께 하루 2회 사용한 경우에 훨씬 효과가 있는 것으로 나타났다. 비록 겔형 불화주석군이 불화나트륨군 보다 치아탈회의 빈도가 훨씬 낮았다고 할지라도 그 차이는 통계적으로 유의성을 갖지 못하는 애매 모호한 수치를 보였다. 전에 보고된 연구에서 대조군과 불화나트륨 양치군의 치아들 중 제1대구치가 가장 심한 치아탈회를 나타냈는데 이는 대구치들의 상태가 적절한 치태조절을 유지하기가 어렵기 때문이라는 것에 의견의 일치를 보였다^{32,37,38,40)}. 이번 연구에서, 제1대구치를 분리해서 고려할 때, 치아탈회를 예방하기 위해 치약 하나만을 사용한 것 보다는 겔형 불화주석군이나 불화나트륨군 모두에서 훨씬 탁월한 효과를 나타내었다. 전체 구강내 지수에서와 같이 대구치에서도 겔형 불화주석군이 불화나트륨 양치군보다 치아탈회 정도가 낮게 나타났지만 그 차이는 통계학적으로 유의성이 없었다.

비록 이번 연구집단의 표본 수가 치주와 관련된 변수에서 유의의 차를 결정하는데 적절했을지라도^{20,40)}, 이러한 모집단에서 치아탈회를 예방하기 위해 겔형군과 양치군 중 어느것이 훨씬 더 확실성이 있는지를 결정하기 위해서는 실험군의 표본 수가 더 커야 한다는 것에는 의심의 여지가 없다. 양치군과 비교했을 때 겔형군의 치아탈회 정도가 낮은 경향을 보이는 것은 아마도 겔형 불화주석군이(하루 2회) 불화나트륨 양치군(하루 1회) 보다 더 자주 사용한 것 때문이라고 설명을 할 수 있겠다. 이러한 연구방법을 택한 이유는 이전의 연구에서 치은염을 감소시키기 위하여 겔형 불화주석을 하루에 2회 사용할 때 가장 효과적인 결과를 얻을 수 있다고 보고하였기 때문이며^{16,18,20,28,40,47)}, 반면에 다른 연구에서는 치아탈회를 예방하기 위하여 불화나트륨을 양치하는데 적당한 빈도는 하루 1회라는 결과를 보고 하였기 때문이다^{29,36,37)}.

선택된 세 실험군은 계속해서 교정치료를 받는 대상자들 중에서 연령과 성별이 어울리는 환자들을 선택하였지 개개의 치료군에서 임의로 할당하지는 않았다. 비록 이것 때문에 그 연구결과에 어떤 영향을 주었을 것이라는 선입관이 나타났을 지라도 어떤 것이 그 선입관을 갖게하는데 특별한 효과를 나타냈는

지는 알 수 없다. 비록 분산분석이나 공분산분석이 각 군의 표본수의 차이를 보상한다고 할지라도 각 군 사이에 약간 차이가 나는 표본수 또한 그 결과에 영향을 미쳤을지도 모른다. 게다가, 이러한 치아탈회기 빈번하지 않아서 각 군 사이에 나타나는 심한 치아탈회지수의 유의적 차를 분별하는 능력을 상실했기 때문일지도 모른다. 비록 청소년 환자들이 표준형의 불화나트륨의 치약을 사용하고 매달 치술사용법에 관한 교육과 보강을 받는 포괄적인 치료초기의 치술사용법을 이용하고 있을지라도 임상적으로 현저한 치아탈회 현상이 청소년 환자들에게서 발생할 수도 있다는 것을 주지시키는 것은 중요하다. 만약 이번 연구에서 환자들이 규격화된 칫솔사용법 또는 그 제품들을 사용하도록 강요받지 않았다면 불화나트륨 양치나 겔형 불화주석이 치아탈회에 관해 갖는 잇점을 얻지 못했을지도 모른다. 최근의 연구에서 비록 교정치료 완료 후 5년이 경과되었을지라도 탈회된 치아표면이 심미적 관심사로 남는다고 하였다³⁸⁾.

이러한 청소년 대상자들에게 치아탈회가 낮은 수준으로 나타난 것(Fig. 4)은 의심할 여지없이 약 0.8 ppm의 상수도 불소화가 된 사회에서 오랫동안 살아온 결과라 하겠다. 오직 두 연구에서만^{36,37)} 상수도 불소화가 된 사회의 청소년 환자들이 교정치료 기간동안 치아탈회를 예방하기 위하여 불화나트륨 양치액의 효과를 평가하였다. 그 연구에서 대상자들 또한 교정치료 전에 치아탈회가 낮은 수준을 보였고, 그들은 또한 매일 1100 ppm의 불소치약을 사용함으로써 얻어지는 것 이상으로 양치를 통해 부가적 수준의 치아탈회로부터 보호를 받았다. 이 논문의 임상적 시도를 위한 장기적 연구계획도 치료후 치아탈회값에서 치료전 기저선 치아탈회값을 뺀 상태로 하였는데 이는 치아탈회로 분류된 것으로 부터 전신적인 불소섭취⁵³⁾와 관련이 있는 백색반점의 병소는 제외시켰기 때문이다.

성인에서 교정치료로 인한 치아탈회에 관한 연구를 한 적은 없었지만 교정성 교정장치로 치료하는 동안 치은염은 증가하였다고 한 연구는 있었다³¹⁾. 유효 주석이온 농도가 90% 이상인 겔형 불화주석은 성인에서, 특히 치아탈회가 의심되는 경우에 잠재적으로 효과적이며 예방적인 보조요법제로 쓰일 수도 있다.

3) 치아착색

선행된 여러 논문에 의하면 어린이들 중 10-30%에서 불화주석을 국소적으로 도포한 경우에 enamel

pellicle에 착색을 보였다고 하였다. Radike⁵⁴⁾에 의하면 이러한 착색은 불량한 구강상태인 경우 더 잘 발생한다고 언급하였는데 이번 연구에서 겔형 불화주석을 사용한 군 중 2명에게서 보통정도의 치아착색이, 한명에게는 미미한 치아착색이 발생하였다. 치아착색의 기전은 치아에 부착된 얇은 막에 불화주석의 침착이 증가하면서 두터워진 막내에 있는 주석이 구강내에 있는 황화물과 반응하여 연황색이나 연갈색을 만들어 내기 때문일지도 모른다^{7,46,55,56)}.

4) 환자협조도

교정치료 중에 치약이나 양치액 그리고 겔형을 사용하는 환자협조도는 모든 군에서 높았었고 일부에서만 월 4회 미만으로 이 것들을 지참하지 않았다. 치료협조는 교정치료 시작부터 9개월 동안에 걸쳐 개선이 있었다²⁰⁾. 이러한 개선은 주로 매일 계속해서 위의 제품들을 사용하도록 강요하였기 때문이었다고 본다.

V. 요 약

이 연구 결과로 청소년 교정환자들에게는 불소치약 한 가지만을 사용하거나 불소치약과 불화나트륨을 병용하는 것 보다 유효 주석이온이 90% 이상 함유된 겔형 불화주석을 사용하는 것이 효과적인 예방법이라고 생각하는 이유는 치은염과 치아탈회 모두에게 두가지의 예방적 효과가 있기 때문이다.

참 고 문 헌

1. Lilienthal B. The effect of a stannous fluoride mouthwash on acid formation in the mouth and some observations on the mechanisms of inhibition. Aust Dent J 1956 1 : 221-227.
2. König K. G. Dental caries and plaque accumulation in rats treated with stannous fluoride and penicillin, Helv Odontol Acta 1959 3 : 39-44.
3. Rølla G, Amsbaugh S M, Monell-Torrens Et Al. Effect of topical application of stannous fluoride, stannous chloride and stannous tartrate on rat caries. Scand J Dent Res 1983 91 : 351-355.
4. Shern R J, Chow L C, Couet K M, Kingman A, Brown W E. : Effects of sequential calcium phosphate-fluoride rinses on dental plaque staining, fluoride uptake and caries in rats. J Dent Res 1984 63 : 1355-1359.
5. Beiraghi S, Rosen S, Beck F. : The effect of stannous and sodium fluoride on coronal caries, root caries and bone loss in rice rats Arch Oral Biol 1990 35 : 79-80.

6. König K G. Alterations in rat gingivae due to plaque accumulations. *Helv odontol Acta* 1959 6 : 44-48.
7. Ellingsen J E, Eggen, K H, Rølla G. Surface properties of hydroxyapatite treated with NaF or SnF₂. *J Dent Res* 1974 53 : 435.
8. Svaton B, Gjermo P, Eriksen, H M, Rølla G. A comparison of the plaque-inhibiting effect of stannous fluoride and chlorhexidine. *Acta Odontol Scand* 1977 35 : 247-250.
9. Skjorland K, Gjermo P, Rølla G. Effect of some polyvalent cations on plaque formation in vivo, *Scand J Dent Res* 1978 86 : 103-107.
10. White S T, Taylor P P. The effect of stannous fluoride on plaque scores, *J Dent Res* 1979 58 : 1850-1852.
11. Bay I, Rølla G. Plaque inhibition and improved gingival condition by use of stannous fluoride toothpaste. *Scand J Dent Res* 1980 88 : 313-315.
12. Øgaard B, Gjermo P, Rølla G. Plaque inhibiting effect in orthodontic patients of a dentifrice containing stannous fluoride. *Am J Orthodont* 1980 78 : 266-271.
13. Tinanoff N, Camosci D A. Microbiological, ultrastructural and spectroscopic analysis of the anti-tooth-plaque properties of fluoride compounds on vitro. *Arch Oral Biol* 1980 25 : 531-545.
14. Tinanoff N, Hock J, Camosci D, Hellden L. Effect of stannous fluoride mouthrinse on dental plaque formation, *J Clin Periodontol* 1980 7 : 232-241.
15. Yankell S L, Stoller N H, Green P A, Shern R J. Clinical effects of using stannous fluoride mouthrinses during a five day study in the absence of oral hygiene. *J Periodont Res* 1982 17 : 374-379.
16. Tinanoff N, Manwell M A, Zameck R L, Grasso J E. Clinical and microbiological effects of daily brushing with either NaF or SnF₂ gels in subjects with fixed or removable dental prostheses. *J Clin Periodontol* 1989 16 : 284-290.
17. Mazza J E, Newman M G, Sims T N. Clinical and antimicrobial effect of stannous fluoride on periodontitis. *J Clin Periodontol* 1981 8 : 203-232.
18. Derkson G D, MacEntee M M. Effect of 0.4% stannous fluoride gel on the gingival health of overdue abutments. *J Prosthet Dent* 1982 48 : 23-26.
19. Boyd R L, Leggott P, Quinn R, Buchanan S, Eakle W, Chambers D. Effect of self-administered daily irrigation with 0.002% SnF₂ on periodontal disease activity. *J Clin Periodontol* 1985 12 : 420-431.
20. Boyd R L, Leggott P, Robertson P B. Effects on gingivitis of two different 0.4% SnF₂ gels. *J Dent Res* 1988 67 : 503-507.
21. Boyd R L, Chun Y. Eighteen-month evaluation of the effects of a 0.4% SnF₂ gel on gingivitis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994 105 : 35-41.
22. Zameck R L, Tinanoff N. Effects of NaF and SnF₂ on growth acid and glucan production of several oral streptococci. *Arch Oral Biol* 1987 32 : 807-810.
23. Svaton B, Attramadal A. The effect of stannous fluoride on human plaque acidogenicity in situ (Stephen Curve). *Acta Odontol Scand* 1978 36 : 211-218.
24. Opperman R, Rølla G, Johansen J R, Assev S. Thiol groups and reduced acidogenicity of dental plaque in the presence of metal ions in vivo. *Scand J Dent Res* 1980 88 : 389-396.
25. Tinanoff N, Brady J M, Gross A. The effect of NaF and SnF₂ mouthrinses on bacterial colonization of tooth enamel : TEM and SEM studies, *Caries Res* 1976 10 : 415-426.
26. Glanz P. On wettability and adhesiveness. *Odontol Revy* 1988 20 : 5-124.
27. Ota K, Kikuchi S, Beierle J W. Stannous fluoride and its effects on a microbial adhesive properties in vivo. *Pediatr Dent* 1988 11 : 21-25.
28. Tinanoff N. Review of the antimicrobial action of stannous fluoride. *J Clin Dent* 1991 2 : 22-27.
29. Zachrisson B U. Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment, *Am J Orthodont* 1976 69 : 285-300.
30. Boyd R L. Longitudinal evaluation of a system for self-monitoring plaque control effectiveness in orthodontic patients, *J Clin Periodontol* 1983 10 : 380-388.
31. Boyd R L, Leggott P J, Quinn R S, Eakle W S, Chambers D. Periodontal implications of orthodontic treatment in adults with reduced or normal periodontal tissues versus those of adolescents. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989 96 : 191-198.
32. Zachrisson B U, Zachrisson S. Caries incidence and orthodontic treatment with fixed appliances. *Scand J Dent Res* 1971 79 : 183-192.
33. Zachrisson B U, Zachrisson S. Caries incidence and oral hygiene during orthodontic treatment. *Scand J Dent Res* 1973 79 : 394-401.
34. Strateman M W, Shannon I L. Control of decalcification in orthodontic patients by daily self-administered application of a water-free 0.4 per cent stannous fluoride gel. *Am J Orthod* 1974 66 : 273-279.
35. Gorelick L, Geiger A M, Gwinnett A J. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982 81 : 93-98.
36. Ó Reilly M M, Featherstone J B D. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances : an in vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987 92 : 33-40.
37. Geiger A M, Gorelick L, Gwinnett A J, Griswold P G. The effect of a fluoride program on white spot formation during orthodontic treatment. *Am J orthod*

- Dentofac Orthop 1988 93 : 29-37.
38. Øgaard B. Prevalence of white spot leisiõna in 19-year-olds : A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989 96 : 423-427.
 39. Boyd R L. Two year longitudinal study of a peroxide fluoride rinse on decalcification in adolescent orthodontic patients. J Clin Dent 1992 3 : 82-87.
 40. Boyd R L. Comparison of three self-applied topical fluoride preparations for control of decalcification. Angle Orthod 1993 63 : 25-30.
 41. Korman, K. S. and Robertson, P B. Clinical and microbiological evaluation of therapy for juvenile periodontitis. J Periodontol 1985 56 : 443-446.
 42. Silness J, Lõe H. Periodontal disease in pregnancy II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. Acta Odontol Scand 1964 22 : 121-135.
 43. Lõe H. Silness J. Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalency and severity. Acta Odontol Scand 1963 21 : 533-563.
 44. United States Phamacopeia. : Stannous Fluoride Gel. p. 1890. Rockville, MD : Drug Standards Division. 1985.
 45. Wolff, L F, Phistrom B L, Bakadash M B, Aeppli D M, Bandt C L. Effect of toothbrushing with 0.4 % stannous fluoride and 0.22 % sodium fluoride gel on gingivitis for 18 months, J Am Dent Assoc 1989 9 : 283-289.
 46. Leverett D H, McHugh W D, Jensen O E. Effect of daily rinsing with stannous fluoride on plaque and gingivitis : Final report. J Dent Res 1984 63 : 1083-1086.
 47. Tinanoff N. Stannous fluoride in clinical dentistry. In : Clinical Uses of Fluoride. S H Y Wei(ed). pp. 25-34. Philadelphia : Lea & febiger, 1985.
 48. Attramadall A, Svaton B. Uptake and retention of tin by S. mutans. Acta Odontol Scand 1980 38 : 349-354.
 49. Andres C J, Shaeffer J C, Windeler A S. Comparison of antibacterial properties of stannous fluoride and sodium fluoride mouthwashes. J Dent Res 1974 53 : 457-460.
 50. Whitford G M, Schuster G S, Pashley D H, Venkateswarlu P. Fluoride uptake by Streptococcus mutans 6715. Infect Immun 1977 18 : 680-687.
 51. Svanberg M, Rølla G. Streptococcus mutans in plaque and saliva after mouthrinsing with SnF₂. Scand J Dent Res 1982 90 : 292-298.
 52. Tinanoff N, Camosci D A, Manwell M A, Klock B. Microbiologic effects of SnF₂ and NaF mouthrinses in subjects with high caries activity : Results after one year. J Dent Res 1983 62 : 907-911.
 53. Szpunar S M, Burt B A. Dental caries, fluorosis, and fluoride exposure in Michigan school children. J Dent Res 1988 67 : 802-806.
 54. Radike A W, Gish C W, Peterson J K, King J D. Clinical evaluation of stannous fluoride as an anticaries mouthrinse. J Am Dent Assoc 1977 86 : 404-408.
 55. Vogel R I. Intrinsic and extrinsic discoloration of the dentition (a literature review). J Oral Med 1975 30 : 99-104.
 56. Tinanoff N, Weeks D B. Current status of SnF₂ as an antiplaque agent. Pediatr Dent 1979 1 : 199-204.

-ABSTRACT-

LONG-TERM EVALUATION OF A SnF₂ GEL FOR CONTROL OF GINGIVITIS AND DECALCIFICATION IN ADOLESCENT ORTHODONTIC PATIENTS

Robert L. Boyd, D.D.S. MEd. Youn-Sic Chun*, D.D.S. Ph.D.

Division of Orthodontics, Department of Growth and Development, School of Dentistry, University of California at San Francisco.

**Department of Dentistry and Orthodontics, College of Medicine, Ewha Womans University.*

The purpose of this paper is to review two recently reported, long-term studies of several chemical methods to control gingivitis and decalcification in adolescent orthodontic patients. The first study(gingivitis study) was designed to determine whether conventional toothbrushing and twice daily use of a brush-on 0.4 per cent SnF₂ gel containing more than 90 per cent available Sn²⁺ would be more effective for controlling plaque accumulation and gingivitis in the presence of orthodontic appliances than conventional toothbrushing alone. The second study(decalcification study) was designed to compare the effectiveness of controlling decalcification in orthodontic patients with either a 1100 ppm F tooth paste used alone, this same toothpaste and a 0.05 percent NaF rinse or this toothpaste and a 0.4 percent SnF₂ gel. In the gingivitis study, sixty-five consecutively treated adolescents who were to receive full-mouth fixed orthodontic appliances were assigned to two groups according to age and sex criteria. In the decalcification study an additional 30 subjects(95 total) were similarly assigned to a third group. The first group(control, n=35) used only toothbrushing with a standard fluoride(1100 ppm F) toothpaste. The second group used toothbrushing with a similar dentifrice supplemented with a 0.4 percent SnF₂ gel(SnF₂ gel group, n=30) used twice daily for the entire 18-month study period. The third group(in the decalcification study only) used a similar toothpaste and 0.05 percent NaF rinse(NaF rinse group, n=30). Clinical assessments of plaque accumulation using the Plaque Index, gingival inflammation using the Gingival Index, and coronal staining were completed single-blinded before appliances were placed and 1, 3, 6, 9, 12 and 18 months after appliances were placed. Decalcification was assessed single blind on all labial surfaces of all erupted teeth before appliances were placed and 3 months after appliances were removed. The results of the gingivitis study indicated that the SnF₂ gel group had significantly lower scores for the Plaque Index(p<0.01) and Gingival Index(p<0.001) at all examinations during orthodontic treatment than did the control group. In the SnF₂ gel group, one subject developed mild coronal staining and two subjects developed moderate staining. In the decalcification study, when pre-treatment levels of decalcification were subtracted from post-treatment values, significantly lower decalcification scores(p<0.05) were found for both whole mouth and first molars in the NaF rinse and gel groups as compared with the control group(toothpaste alone). Although the gel group consistently had less decalcification than the rinse group, this difference only approached statistical significance.

KOREA. J. ORTHOD. 1995 ; 25 : 235-245

*Key words : Decalcification, SnF₂ gel, Plaque Index, Gingival Index