대치교정지 1997. 27(4) : 539-548

NaF 0.05% 양치액 사용시 고정성 교정장치 장착 환자에서의 Streptococcus mutans 변화에 관한 연구

황 충 주[1] · 임 선 아[2]

부정교합의 치료를 위한 고정식 교정장치는 치아 이동에는 매우 효율적이지만 치면 세균막 관리는 어렵게 된다. 이에 따라 치태 및 세균이 증가하고 결과적으론, 치아우식 및 치아표면의 탈회등 부작용이 발생하게 된다.

본 연구에선 고정식 교정장치로 치료받는 환자에게서 탈회 및 치아우식을 낮추기 위한 방법으로, 0.05%의 NaF와 10% Xylitol이 함유된 양치액의 효과를 평가하고자 하는데 그 목적이 있다.

고정식 교정장치로 치료받는 환자 11세부터 14세까지(평균 연령 12.7세) 20명을 대상으로 하여 각 10명씩 실험군과 대조군으로 구분하였다. 실험군에선 0.05%의 NaF와 10% Xylitol이 함유된 양치액을 사용하게 하였으며, 대조군에선 증류수를 주로한 placebo 양치액을 사용하게 하였다.

양치액 사용전과 사용 후 3주, 6주, 9주시 치태를 채취하여 MSB 배지 및 BHI배지에 배양하여 S. mutans의 수와 비율의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 0.05%의 NaF와 10%의 Xylitol이 함유된 양치액을 사용한 군에서 S. mutans C.F.U.의 수는 양치액 사용전과 3주 ($p<0.01$), 9주 ($p<0.05$)에서 통계적 유의차가 있었다.
2. Total C.F.U.에 대한 S. mutans C.F.U.의 비율은 실험군에서 사용전과 3주, 6주, 9주($p<0.01$)에서 통계적 유의차가 있었다.
3. 양치액 사용후 일단 감소한 S. mutans 수는 그 후에 3주, 6주, 9주에서 계속적인 유의성 있는 감소는 없었다.
4. 실험군과 대조군에서의 S. mutans C.F.U의 가장 현저한 감소의 차이는 양치액 사용 3주째였다.

(주요단어 : S. mutans, NaF, Xylitol, 고정성 교정장치)

I. 서 론

고정식 교정장치는 부정교합의 치료를 위해 수년간 사용되어왔다. 비록 고정식 교정장치가 치아이동에는 매우 효율적이지만, 교정용 밴드 및 브라켓, 호선 등의 여러 장치를 장착함으로써 잇솔질이나 타액의 자정작용에 의한 세정효과가 낮아지면서 치면 세균막 관리가 어렵게 된다. 이에 따라 치태 및 세균이 증가하고[4)40)] 결과적으론, 치아우식 및 치아표면의 탈회등 부작용이 발생하게 된다.[3)41)42)] 이렇게 되면 어렵게 이룩해 놓은 이상적 교합이나 안모의 개선 등에도 불구하고 교정치료의 결과는 바람직하지 못하게 되며, 심미적으로 기능적으로 또 다른 문제를 야기하게 된다. 이러한 탈회나 치아우식의 빈도는 꽤 높은 편으로 Gorelick[30)] 등의 역학조사에 의하면 교정치료를 받는 환자의 50%에서 법랑질 탈회가 나타난다고 하였으며 Richard[46)] 등은 교정치료 도중 치아우식의 원인균인 S. mutans level이 현저하게 증가했음을 보고하

1) 연세대학교 치과대학 교정학 교실 부교수, 두개 안면 기형 연구소 연구원
2) 연세대학교 치과대학 교정학 교실, 전공의

였다.

치아우식은 근본적으로 세균이 음식물 잔사를 분해해서 필요한 Energy를 얻을 때 대사결과로 발생하는 유기산에 의해 치아표면이 탈회되는 현상이다. 즉 치아우식의 발생은 숙주로서 치아, 기질로서 탄수화물, 그리고 미생물자체 이 세가지 조건이 구비되어야만 한다.[63] 따라서 치아우식의 예방을 위해선 이 조건의 형성을 억제하는 것이 중요하다. 대표적 방법으로는 치면 세균막 관리법, 세균의 성장을 억제하는 화합물 이용법[12)23)49)50)65)], 불소화합물 이용법[1)7)52)53)64)], 치면열구전색법[50)], 식이조절법, 불소를 방출하는 여러 장치와 재료[17)55)56)], 몇몇 자동 tooth brushing 기구[47)] 등의 방법들이 개발되어 소개되어 왔다.

이중에서 특히 불소는 1938년 Dean[13)]이 치아우식증 발생과 음료수 중의 불소농도간에는 역비례가 있다고 보고한 이래 법랑질의 불소농도를 증가시켜 우식 발생률을 억제시키려는 노력이 끊임없이 이어져 오고 있다. Issac 등[22)] 은 법랑질 형성 시기에 불소를 복용하면 법랑질의 불소 이온 농도의 증가로 우식 발생의 억제 효과가 있다고 하였고, Bludevold 등[8)]은 산성 불화 인산염 (APF) 국소 도포법을 소개하여 우식증 발생의 감소를 보고하였다. 또한 Svanberg 등[52),53)]은 불화 주석 (SnF_2)사용으로 타액내 S. mutans와 치면 세균막내 S. sanguis의 수가 감소하였다고 보고하였고 그외 다수의 우식증 예방에 대한 연구가 보고 되었다.

불소의 항우식 기전을 살펴보면 우선 치아의 재석회화에 관여한다. 치아의 무기질에 섞여 fluoroapatite를 형성하는데 이는 hydroxyapatite에 비해서 산에 강하지만 그 차이는 크지 않으며 보다 중요하게 여겨지는 역할로는 plaque내 세균에 대한 작용을 들 수 있다.[37)] 세균에 대해 불소는 직접적으로 효소 억제효과가 있는데 예를 들면, 해당작용의 효소인 enolase의 억제제로 작용을 하며[27)37)39)61)], heme과 결합하여 heme-based peroxidase를 억제한다.[54)] 또한 불소는 금속과 결합하여 AlF^4 같은 복합체를 형성하여 F-ATPase, Sulphatase 등을 억제한다.[19)20)37)] 그리고 무엇보다도 불소는 약산인 특성으로 인하여 양성자의 세포막 투과성을 촉진시킨다. 이로인해 세포질의 산성화를 일으켜 해당과정의 관여 효소를 억제한다. 즉 세균의 내산성이 감소되고 pH가 4정도인 치태에서는 0.1mM의 불소에서도 해당작용이 완전히 차단된다.[37)38)39)]

반면 Xylitol은 자연계에 존재하는 5탄당 알코올이며, 설탕과 같은 정도의 단맛을 내고 시원한 느낌을 준다.[45)] 그리고 S. mutans의 경우 Xylitol을 대사하지 못하는 것으로 알려져 있다.[27)43)] Xylitol을 이용한 대표적 임상연구로는 핀란드의 Turku 지역에서 행해진 설탕연구를 들 수 있는데[35)], sucrose와 fructose, Xylitol 등 세가지 실험군으로 나누어 1년동안 섭취시킨 결과 sucrose를 섭취한 군에 비해 Xylitol을 섭취한 군에서 상대적으로 90%의 우식 발생의 감소를 보고하였다. Loeshe[92)] 등은 Xylitol 함유한 껌을 씹는 경우 치태와 타액내 S. mutans 가 현저히 줄었음을 보고했고, 최근에는 Xylitol을 이용한 임상연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 연구는 고정성 교정장치라는 치태형성에 양호한 조건을 가진 교정치료를 받는 환자가 불소와 Xylitol의 혼합 양치액을 사용할 때, 사용 전후 치태를 채취하여 치아우식의 주원인균으로 알려진 S. mutans수를 비교한 실험으로, S. mutans수의 변화는 치아우식 예방효과를 나타내는 지표로 삼을 수 있으며, 이를 바탕으로 앞으로 교정치료를 받는 환자에게서 시간에 따른 이 약물의 효율성을 평가해 다소의 지견을 얻었기에 보고하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

가. 연구대상

연세대학교 치과병원 교정과에 내원중인 교정환자 중 고정성 교정장치를 장착한 환자 20명(남자10명, 여자10명)을 대상으로 하였으며 이들을 무작위로 이등분하여 실험군과 대조군으로 삼았다. 이들은 12~14세의 아동으로 평균연령은 12.9세인데, 대조군 12.5세 실험군 13.4세이다. 실험군, 대조군 모두 환자가 어떤 그룹인지 알지 못하게 했으며 모든 아동에게 치솔질 방법과 식이조절에 대한 교육을 실시하였다.

나. 연구방법

본 실험에 소속된 환자들에게 양치액을 사용하게 하였는데, 양치액 사용전에 치태를 채취하여 S. mutans수를 측정하였으며, 양치액을 사용하도록 한 후엔 3주, 6주, 9주 간격으로 측정하여 총 4회 측정을 실시하였다.

대조군과 실험군에 사용된 양치액의 조성은 다음과 같다 (표 1).

표 1. 양치액의 조성

성 분	대조 양치액	실험 양치액
불화나트륨	-	0.05 %
자일리톨	-	10 %
증류수	적 량	적 량
향료	적 량	적 량

1) 치태채취 및 무게 측정

구강내 미생물의 수는 하루에도 시간에 따라 다양하므로 같은 시간에 채취하는 것이 원칙적으로 좋다. 본 연구에선 오후 3시부터 5시 사이에 치태를 채취하였으며 환자들에게 점심식사후 양치질을 하지 않고 내원하도록 지시하였다.

상악전치의 순면과 인접면, 그리고 하악 구치부의 협면 치경부, 교합면 열구에서 멸균된 explorer를 이용하여 채취한 다음 1㎖의 Brain Heart Infusion(BHI)액이 들어있는 1.5㎖ tube에 수집하였고, 1㎖의 BHI액이 들어있는 tube의 무게는 미리 측정하였다. 수집한 치태는 3시간 이전에 실험실로 옮겨 무게를 재어 순수치태의 양을 측정한 후 10초동안 원심분리를 하였다.

2) 배지제작

S. mutans를 선택적으로 배양하기 위하여 기존의 Mitis Salivarius agar에 0.2unit/1㎖의 bacitracin과 20%의 자당을 포함하도록 변형하여 MSB agar를 제작하였다.[15] 배지는 우선 Mitis Salivarius agar분말 1ℓ당 90g을 멸균증류수에 섞은 후 고압증기 멸균시킨다. 20%의 자당과 0.2unit/1㎖의 bacitracin은 clean bench에서 Acrodisc를 이용하여 여과시킨다. 멸균된 MS액이 식으면 clean bench에서 자당과 bactracin을 섞은후 약 20ml씩 부어 plate를 제작하였다.

BHI배지는 분말 1ℓ당 37g과 2% agar를 섞은 후 고압증기 멸균시켜 식으면 clean bench에서 plate를 제작한다.

3) 세균배양과정

치태가 들어있는 표본을 실험실에서 약 1분간 vortex test-tube miter를 이용하여 균질화시킨후 micropippet으로 0.1㎖을 채취하여 BHI액 0.9㎖와 혼합하여 10배 희석된 액을 만들었다. 다시 이 액에서 0.1㎖을 채취하여 BHI액 0.9㎖와 혼합하면 10^2 배 희석된다. 이렇게 하여 10^3 ,10^4 , 10^5, 10^6배의 희석액을 만들었다. 이중 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}액에서 25㎕를 채취하여 MSB배지에, $10^{-5,}$ 10^{-6}액에서 25㎕를 채취하여 BHI agar배지에 접종한 다음, 삼각유리봉으로 배지 위에 균일하게 도말하였다. 접종이 끝나는 각각의 배지는 48시간동안 95% N_2, 5% CO_2, 37℃에서 배양하였다.

표 2. 각 data의 평균치와 표준편차

S.mutans CFU×10^4/mg plaque	실험군	대조군
baseline	4.63±4.04	4.24±4.96
3wk	2.56±2.50	3.90±3.81
6wk	3.2 ±3.70	4.52±3.44
9wk	2.54±2.91	3.58±3.62

persent of Smutans of total CFU/mg plaque	실험군	대조군
baseline	6.26±4.02	5.55±3.49
3wk	3.47±2.64	5.18±3.21
6wk	2.73±1.91	4.52±3.92
9wk	2.54±2.51	5.09±4.66

4) 세균집락수의 산정

배양이 완료된 배지에서 육안으로 관찰된 집락수에 희석배수를 곱하고, 25㎕를 채취하였으므로 40을 곱하고 치태의 무게를 환산하여 치태 1㎎당 colony forming unit (C.F.U.) 수를 산정하였다.

III. 연구결과

본 실험에선 독립변수로는 양치액 사용유무, 종속변수로는 S. mutans C.F.U. number, percentage of S. mutans of total viable count(C.F.U.)을 택해 양치액 사용 유무시의 차이를 보고자 하였다. 사진 1,2에선 실험군에 속한 한 개인의 양치액 사용전과 사용 3주후의 S. mutans colony를 보여주고 있다.

개인별 변이가 심하기 때문에 그림 1.2에선 모든 환자에서의 S. mutans 비율의 변화를 그래프로 나타내었다. 그림 3,4에선 특히 차이가 큰 baseline과 3주를 비교해보았다. 실험군에선 3주째 한명을 제외하곤 비율의 감소를 보였으나, 대조군에선 증가와 감소가 일정한 양상없이 변이가 심하였다. 표2에선 실험군과 대조군의 평균과 표준편차를 보여주며 그림 5.6에선

사진 1. 실험군 한 대상자의 양치액 사용전 S. mutans colony

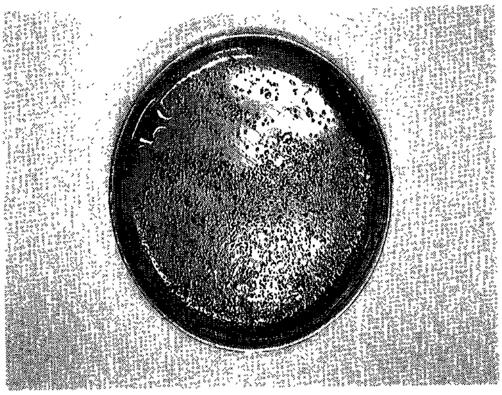

사진 2. 실험군 한 대상자의 양치액 사용 3주후 S.mutans colony

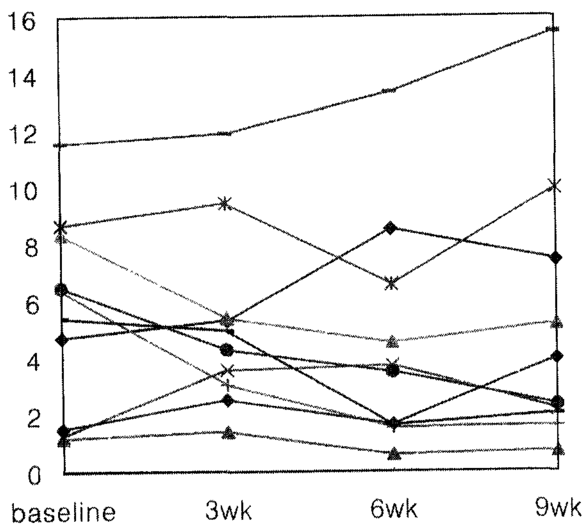

그림 1. 대조군의 개인별 Percent of S. mutans of total CFU/mg plaque

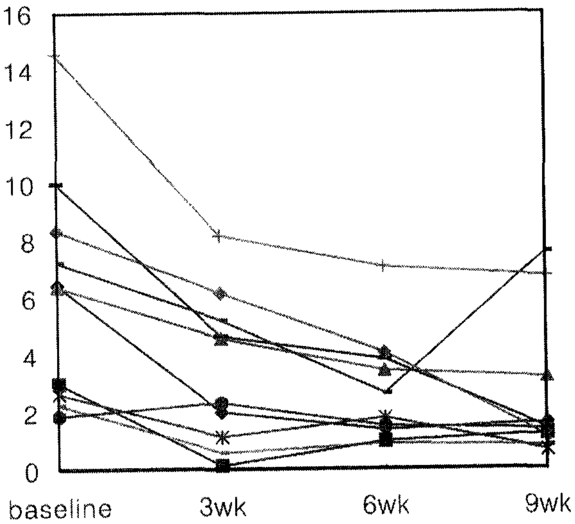

그림 2. 실험군의 개인별 Percent of S. mutans of total CFU/mg plaque

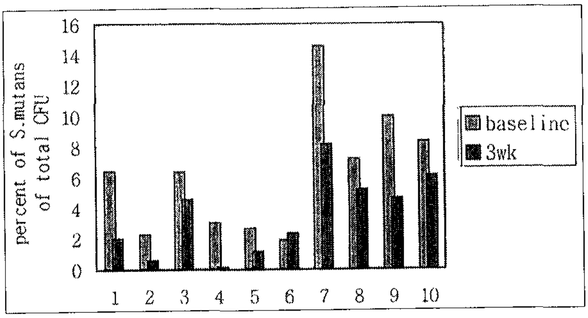

그림 3. 실험군의 개인별 baseline과 3주의 비교

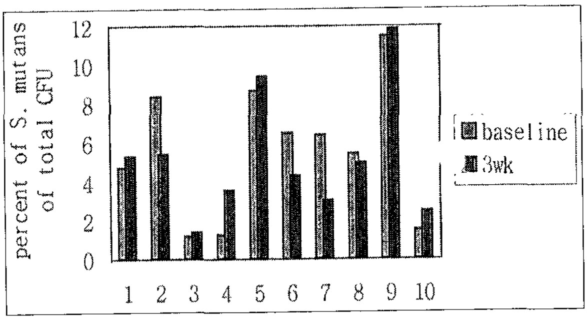

그림 4. 대조군의 개인별 baseline과 3주의 비교

표 3. 각 측정 시기간 차이

S.mutans CFU×10^4/mg plaque

실험군	baseline	3wk	6wk	9wk
baseline		20.67±19.9**	14.29±31.9	20.92±31.5*
3wk			-6.37±33.4	0.25±32.0
6wk				6.62±12.3
대조군	**baseline**	**3wk**	**6wk**	**9wk**
baseline		3.34±34.4	-2.79±31.5	6.62±39.8
3wk			-6.13±17.7	3.21±23.4
6wk				9.35±20.4

percent of S.mutans of total CFU/mg plaque

실험군	baseline	3wk	6wk	9wk
baseline		2.78±2.04**	3.63±2.38**	3.71±3.21**
3wk			0.74±1.10	1.48±2.08
6wk				1.29±2.11
대조군	**baseline**	**3wk**	**6wk**	**9wk**
baseline		0.37±1.85	1.03±2.91	0.46±3.17
3wk			0.66±1.83	0.09±2.02
6wk				-0.67±1.60

(** $p<0.01$, * $p<0.05$)

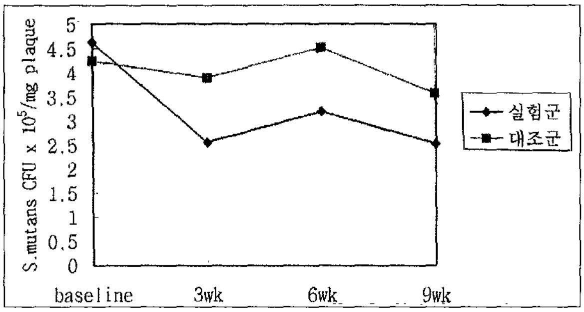

그림 5. S.mutans CFU의 변화

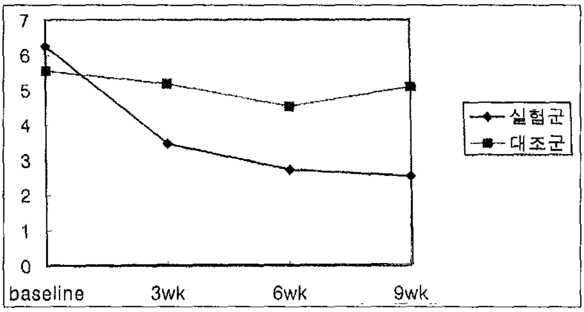

그림 6. Percent of S.mutans of total CFU/mg plaque

이를 그래프로 나타내었다.

실험군과 대조군에서 두 종속변수에 대한 wilcoxon부호화 검정을 실시하였는데(표 3) 실험군에서 양치액 사용전후 통계적 유의차가 나타났다. S. mutans C.F.U. 수치에선 양치액 사용전과 3주째에서 유의차가 있었으며($p<0.01$), 9주와도 유의차는 있었다.($p<0.05$)

Percentage of S. mutans C.F.U. of total C.F.U.는 사용전과 3주, 6주, 9주 모두에서 통계적 유의차가 있었다.($p<0.01$) 그러나 양치액 사용후엔 3주, 6주, 9주 각각에선 유의차가 없었다.

Ⅳ. 총괄 및 고찰

본 연구는 고정식 교정장치를 사용함에 있어서 필연적인 치아우식 활성도의 증가를 억제하는 방법으로써 NaF와 Xylitol의 혼합 양치액의 사용 가능성을

평가하기위한 목적으로 시도하였다. 평가는 치아우식증을 일으키는 주원인균으로 알려진 S. mutans 의 양적 변화를 척도로 하였다. S. mutans는 G (+)혐기성 세균으로 구강내의 치면 세균막에 상주하여 섭취한 음식물에 포함된 탄수화물, 특히 포도당, 과당 등을 분해하고 그 대사과정에서 발생하는 부산물인 유기산 -주로 유산-을 세포외로 방출함으로써 치아 법랑질을 탈회시킨다.[63] 또한 sucrose에서 분해된 glucose를 이용하여 세포외 다당류를 생성하고, 이는 치면에 치태를 부착시켜 S. mutans의 응집 역할을 하며, sucrose에서 만들어진 fluctose를 이용하여 세포내에 fluctopolysaccharide를 형성하여 영양소 결핍시 세균의 증식을 위한 영양소로 이용될 수 있다.[18] 이와같은 이유로 인해서 S. mutans는 높은 치아 우식증 유발가능성을 가지는데, 많은 연구들에 의하면 고정식 교정 장치에 의하여 S. mutans가 증가되며, 그에 따라서 치아 우식증의 발생가능성은 증가된다고 알려져 있다. 고정식 교정장치를 사용하는데 장애가 되는 이러한 문제들에 대한 기여인자로는 구강위생, 식이조절[44], 장치의 종류와 설계[62], 접착 방법 등을 고려해볼 수 있겠으나 현실적으론 협조도를 구하기 어려운 환자가 많고 교정 역학상의 문제로 복잡한 장치가 요구되어진다면 다른 치태조절 방안을 모색해야 할 것이다. 이런 방안의 한가지로 NaF와 Xylitol의 혼합 양치액에 대한 평가를 실시해 보았다.

불소는 그 항우식 효과가 널리 알려져 있으며 그 기전으로는 치아의 재석회화에 관여하는 것과 치태내 세균에 작용하는 것을 들수 있다. 본 연구에선 치태내에 세균수를 조사하는 것이었으므로 불소의 세균에 대한 효과에 촛점을 두면, 크게 세가지로 나누어 볼수 있다. 첫째는 세균의 효소에 대한 작용이며, 둘째는 세포막에 대한 작용이고, 세번째는 그외 작용들이다.

첫 번째 효소에 대한 작용으로서, 불소가 억제하는 효소는

1) Enolase

Warbug 와 Christian[60]은 불소가 해당작용의 효소에 대한 억제효과가 있다고 보고하였으며 또한 불소가 Mg^{2+}, phosphate와 결합하면 효소에 경쟁적 길항작용을 한다고 하였다. Curran[11] 등은 S. mutans의 enolase 에 대한 불소의 억제가 거의 비가역적이라고 하였다. 그러나 이러한 결과는 추출된 세포에서이며 실제적 세포에선 불소에 의한 enolase의 불활성화가 PEP(phosphoenolpyruvate)나 2-PG (2-Phosphoglycerate)의 형성에 의해 다시 환원된다. 따라서 불소가 해당과정에 미치는 영향은 해당과정 초기중간산물 glucose-6-phospate, fructose-1,6-biphosphate 등의 감소이다. 이런 감소는 PEP의 제한된 공급으로 PTS (phosphotransferase system)의 억제라고 해석할 수 있겠고, 한편으로 PTS 자체가 세포질의 산성화에 민감한데 불소의 기능 중의 하나는 세포질의 산성화이다.[25,26,37]

2) F-ATPase

세포막의 전자전달계에 작용하는 F-ATPase는 세균에선 주요기능이 세포막의 pH 유지이다. 치태에 존재하는 세균은 내산성 세균으로서 F-ATPase가 높을 뿐아니라, 더 낮은 pH 에서 작용을 한다. 게다가 낮은 pH에서 자라게 되는 세균은 적응을 하게되어 점점 더 내산성화되고, F-ATPase 활성화는 더욱 높게된다. 이러한 F-ATPase에 대해 불소는 AlF^{4-}같은 금속-불소 결합체를 형성하여 억제 효과를 갖게 된다.[19,20,24]

3) Sulphatase

불소는 역시 금속-불소 결합체를 형성하여 Sulphatase를 억제한다.[48]

4) Catalase

불소는 heme과 복합체를 형성하여 heme-based enzyme 에 영향을 미친다.[28]

Thibodeau[54]는 불소가 pH 의존성에 이한 방법으로 lacroperoxidase, peroxidase 억제하는 것을 발견했다. ph가 7일때는 억제 효과가 미약하나 산도가 증가되면서 억제 효과는 증가하게 된다. 타액은 pH가 7인데 비하여 치태에선 pH가 4정도이므로 불소의 peroxidase에 대한 효과는 치태에서 보다 중요하다.[33]

5)Phosphatases

6)Phosphoglucomutase[25]

두 번째는 세포막에 대한 효과이다.

불소는 pKa 가 3.2인 약산으로 치태내 pH가 4가 되면 불소는 HF를 형성하게 되어 세포막을 쉽게 통과하게 된다. HF는 F 에 비해 10^7배의 투과성을 가진다.[16] 심지어 pH가 7일때도 대부분의 불소는 HF 형태로 세포막을 통과한다. 즉 외부 pH가 세포질 보다 낮다면 불소는 HF 형태로 세포막을 통과하고는 세포질안에서 해리된다.[14] 이렇게 해리된 F^-는 대사억제 역할이 가능하며, H^+는 세포질의 산성화에 원인이 된다. 결국 불소는 약산성인 특성으로 인해서 세포막의 투과성의 증가를 가져오고 이로인한 해당작용등 대사억제를 야기한다. 결국 치태내의 세균은 해당작용

에 의해서 산을 생성하고 이로 인한 치아의 탈회현상 등이 나타나는데, 불소가 투여되면 직접적인 세균의 효소의 억제뿐 아니라, 이러한 일련의 세포막 투과성의 변화를 가져와 세균의 해당작용이 차단되어 항우식 효과를 나타낸다.[16)37)61)]

세 번째 그외의 작용으로는

1) Cell wall의 peptidoglican turnover rate 촉진
이로 인해 autolytic activity 활성화되어 세균의 lysis가 유래된다.[37)]
2) Glucan-binding lectin 억제
불소는 Streptococcus 의 glucan-binding lectin을 비가역적으로 억제하여 치아 표면의 부착을 방해한다.[9)]
3) 세균의 oxidative damage 증진[31)] 등을 들수 있다

다음으론 Xylitol이 S. mutans의 증식 및 부착능에 미치는 영향을 살펴보면, 그 기전은 정확히 밝혀져 있지 않으나, 다음 세가지 정도의 Xylitol의 항우식 기전이 설명되어지고 있다. 첫째 타액분비 촉진에 의한 법랑질의 탈회방지와 재석회화 작용으로서 감각 수용성 자극에 의해 타액분비가 증가되고 치태 pH가 높아져서 탈회방지와 재석회화가 일어난다는 것이다.[29)] 두 번째는 타액내 아미노산과 glycine의 작용 증가 같은 타액 성분변화 효과로 타액내 아미노산과 glycerin 농도 증가[35)], 이하선과 구개선에 있는 타액 단백질의 증가, amylase의 작용 증가[36)], carbonic anhydrase, lactoperoxidase, thiocyanate ions 의 증가 등의 기전에 의해, 타액의 완충작용과 정균작용을 증가시키는 것이다.

마지막으로, Xylitol의 치아우식 억제작용으로 제안되는 것은 S. mutans의 증식 및 대사 억제작용과 치아면에 부착하는 기능을 하고있는 세포외 다당류 형성억제, 세포벽의 골격을 이루고 부착에 관여하는 lipoteichoic acid, lectin과 같은 거대분자 형성 억제작용 등에 의한 것으로 설명되어지고 있다. 이와 같은 Xylitol의 역할은 아직까지 많은 논란이 있다.[57)21)58)]

본 실험에선 이러한 NaF와 Xylitol이 함유된 양치액의 효과를 판단하고자 하는 목적으로 S. mutans의 level의 변화를 검사 하였다. 특히 치태의 S. mutans를 조사하였으므로 치태의 정확한 무게를 재는데 주의해야 했다. 또한 이러한 세균수는 치솔질 방법이나, 식이조절, 측정시간 등에 많이 좌우되므로 가능한한 이들을 조절하기 위해 실험 대상자 모두에게 개별적으로 동일한 구강위생교육 및 식이조절 교육을 시행하였고, 채취 시간도 오후 2시부터 5시 사이로 설정하였다. 그리고 환자의 연령도 12세에서 14세 아동으로 설정하였고 성별도 실험군과 대조군에서 같은 비율이 되게 하였다. S. mutans level은 MSB배지의 S. mutans C.F.U.의 수치 및 total C.F.U.에 대한 S. mutans의 percent를 조사하여 변화량을 평가하였다.

본 연구결과 모든 환자의 data를 비교해보면(그림 1.2.) total C.F.U.에 대한 S. mutans의 percent는 실험군과 대조군에서 매우 다른 양상을 보인다. 실험군에선 양치액 사용후 3주째에 한명을 제외하곤 모두 감소했으나, 대조군에선 4명이 감소했고 6명은 오히려 증가했다. 3주 이후엔 실험군에선 거의 비슷한 수준이었으며 단지 한명에서 9주째 차이 있게 증가하였고 대조군에선 증가와 감소에 일정한 모양을 보이지 않았다. 가장 차이가 있는 양치액 사용전과 3주째에 차이를 20명에서 살펴보면 (그림3, 4) 실험군에선 변화량이 2.78 ± 2.04, 대조군에선 0.37 ± 1.85로서 실험군에서의 감소가 현저하게 보인다.

실험군과 대조군에서 wilcoxon부호화 검정을 실시하였는데(표3), 실험군에서 양치액 사용전후 통계적 유의차가 나타났다. S. mutans CFU의 수는 사용전과 3주째 통계적 유의차가 있었으며($p<0.01$), 9주와도 유의차가 나타났다.($p<0.05$) 양치액 사용후인 3주부터는 유의차가 없었다.(표3)

또한 total C.F.U.에 대한 S. mutans C.F.U.의 percent에서는 사용전과 3주, 6주, 9주에서 유의차가 있었으며($p<0.05$) 3주이후엔 역시 유의차는 보이지 않았다. 이로써 양치액을 사용하여 S. mutans level이 감소함을 알 수 있었다.

본 실험결과, 0.05%의 NaF와 10% Xylitol이 함유된 양치액 사용으로 S. mutans 수가 감소되었고 이로 인해 법랑질 탈회 및 치아우식증을 상당히 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

V. 결　론

본 연구에서 고정식 교정장치로 치료하는 환자에게서, 탈회 및 치아우식을 낮추기 위한 방법으로 0.05%의 NaF와 10% Xylitol이 함유된 양치액의 효과를 평가하고자 하였다. 11세부터 14세까지(평균연령 12.7세)의 고정성 교정장치로 치료하는 환자 20명을 대상으로 하여, 각 10명씩 실험군과 대조군으로 구분하였다. 실험군에선 0.05%의 NaF와 10% Xylitol이

함유된 양치액을 사용하게 하였으며, 대조군에선 증류수를 주로한 placebo 양치액을 사용하게 하였다. 양치액 사용전과 사용후 3주, 6주, 9주시 치태를 채취하여, MSB배지 및 BHI의 배지에 배양하여 S. mutans의 수와 비율의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 0.05%의 NaF와 10%의 Xylitol이 함유된 양치액을 사용한 군에서 S. mutans C.F.U.의 수는 양치액 사용전과 3주($p<0.01$), 9주($p<0.05$)에서 통계적 유의차가 있었다.
2. Total C.F.U.에 대한 S. mutans C.F.U.의 비율은 실험군에서 사용전과 3주, 6 주, 9주($p<0.01$)에서 통계적 유의차가 있었다.
3. 양치액 사용후 일단 감소한 S. mutans 수는 그 후에 3주, 6주, 9주에서 계속적인 유의성 있는 감소는 없었다.
4. 실험군과 대조군에서의 S. mutans C.F.U의 가장 현저한 감소의 차이는 양치액 사용 3주째였다.

참 고 문 헌

1. Arnold, M. Geiger et al. : Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rincing. Am. J. Orthod. Dentof. Orthop., 102:403-407, 1992.
2. Assev, S., Scheie, A. A. : Xylitol-sensitive and xylitol-resistant strains of s treptococci. Acta. pathol. microbiol. scand., N. Microbiol. Immunol., 94 : 239-243, 1986.
3. Bach, E. N. : Incipient of caries during orthodontic treatment, Am. J. Orthod 39 : 756-778, 1953.
4. Balenseifen, J. W., Madonia, J. V. : Study of dental plaque in orthodontic patients. J. Dent. Res., 49: 320-324, 1970
5. Belli, W. A., Buckley, D. H., and Marquis, R. E. : Weak acid effects and fluoride inhibition of glycolysis by Streptococcus mutans GS-5. Can. J. Microbiol., 41 : 785-791, 1995.
6. Bjorn Ogaard, Felipe Rezk-Lega et al. : Cariostatic effect and fluoride release from a visible light-curing adhesive for bonding of orthodontic brackets. Am. J. Orthod Dentof Orthop., 101: 303-307, 1992.
7. Bjorn Ogaard, G. Rolla et al. : Orthodontic appliances and enamel demineralization Part I. Lesion development. Am J. Orthod Dentofac Orthop., 94: 68-73. 1988.
8. Bludevold, F., Savory, a., Gardner, D.E., Spinelli, M. et al : A Study of acidulated fluoride solution-I : In vitro effects on enamel. Archs. Oral Biol., 8 : 167-177, 1963
9. Bowen. W. H.. and Hewitt. M. H. : Effect of fluoride on extracellular polysaccharide production by Streptococcus mutans. J. Dent. Res., 53 : 627-629, 1974.
10. Bunick, F. J., and Kachket, S. : Enolases from fluoride-sensitive and fluord resistant streptococci. Infect. Immun., 34 : 856-863.
11. Curran, T. M., Buckley, D. H., and Marquis, R. E. : Quasiirreversible ingibition of enolase of Streptococcus mutans by fluoride. FEMS Microbiol. Lett. 119: 283-288, 1994.
12. Dan Morrow et al. Clinical effect of subgingival chlorhexidine irrigation on gingivitis in adolescent orthodontic patients. Am J. Orthod., 101: 408-413, 1992.
13. Dean, H. T. : Endemic fluorosis and it's relation to dental caries. Public Health Reports, 53 : 1443-1452, 1938.
14. Duckworth, R. M., Morgan. S. N., and Murray. A. M. : Fluoride in saliva and plaque follwing use of fluoride-containing mouth washes. J. Dent. Res., 66 : 1730-1734, 1987.
15. Gold, O.G., Jordan, H.T. and Houte, J.V. : A selective medium for Streptococcus mutans. Archs. Oral. Biol., 18 : 1357-1364, 1973
16. Gutknexht, J., Walter, A. : Hydrofluoride and nitric acid transport through lipid bilayer membranes. Biochem. Biophys. Acta., 644 : 153-156, 1981
17. Gwinnet, A, J., Ceen, R.F. : Plaque distribution on bonded bracket : A scanning microscopy, Am. J. Ortho., 75 : 667-677, 1979
18. Hamada, S., Slade. H. D., : Biology, immnology, and cariogenicity of Streptococcus mutans, Microbiol. Rev., 44 : 331-384, 1980.
19. Hamilton, I. R., and Buckley, N. D. : Adaptation of Streptococcus mutans to acid tolerance. Oral Microbiol. Immunol., 6 : 65-71, 1991. 20. Hamilton, I. R. : Biomechenical effects of fluoride on oral bacteria. J. Dent. Res., 69(Spec. Issue) : 660-667, 1990.
21. Hayes ML, Roberts KR : The breakdown of glucose, Xylitol, and other sugar alcohols by human dental plaque bacteria. Arch Oral Biol, 23 : 441-451, 1978.
22. Issac S. et al. : Stability rate and natural fluoride content of surface and subsurface enamel. J. Dent. Res., 37 : 254-263, 1958.
23. Isotupa, K.P., et al. : Effect of polyol gums on dental plaque in orthodontic patients. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 107: 497-504, 1995.
24. Josse, J. : Constitutive inorganic pyrophosphatase of Eschirichiacoli. II. Nature and binding of actuve substrate and the role of magnesium. J.Biol.Chem., 241: 1948-1957, 1966.
25. Kanapka,J,S,.Khandelwal, R,L., and Hamilton,I.R. : Fluoride inhibition of glucose-6-p formation in Streptococcus salivarius : relation to glycogen synthesis and degradation. Arch.Biochim.Biophysics., 144: 596-602, 1971.

26. Kaufmann, M., and Bartholmes, P. : Purification. characterization and inhibition by fluoride of enolase from Streptococcus mutans. DSM320523. caries Res., 26 : 110-116,1992.
27. Knuuttla, M. L. E., Makinen, K. K. : Effect of xylitol in the growth and metabolism of Streptococcus mutans. Caries Res., 9 : 177-189, 1975.
28. Kubota, T., Daiho, T., and Kanazawa. T. : Quase-irreversible inactivation of the sarcoplasmic reticulum Ca^{2+}ATPase simultaneous tight binding of magnesium and fluoride to the catalytic site. Biochim. Biophys. Acta., 1163:131-143, 1993.
29. Leach, S. A., Green R. M. : Reversal of fissure caries in the albino rat by sweetening agents. Caries Res., 15 : 508-511, 1981.
30. Leonard Gorelick, Arnold M. Geiger, A. John Gwinnett : Incidence of white spot formation after bonding and banding. Am. J. Orthod., 81: 93-98, 1982.
31. Li.Y., Dunipace.A.J., and Stookey.G.K. : Genotoxic effects of fluoride : a controversal issue, Mutat. Res., 195 : 127-136, 1988.
32. Loesche W. J. et al. : The effect of chewing xylitol gum on the plaque and Saliva levels of Streptococcus mutans. JADA, 108 : 586-592, 1984.
33. Lunardi.,J., Dupuis., S., Garin, H., Issartel,J.P., Michil,L., Chabre,M., and Vignais, P.V. : Inhibition of H^+-transporting ATPase by formation of a tight nuclioside diphosphate-fluoroaluminate complex at the catalytic sites. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.
34. Lundstrom, F., Krasse, B. : Streptococcus mutans, Lactobacilli frequency on orthodontic patients, the effect of chlorhexidine treatments. Europ. J. Orthod., 9 : 109-116, 1987.
35. Makinen, K. K., Lonnberg, P., Scheinin, A. : Turku surgar studies. XIV. A mino acid analysis of saliva. Acta. odont. Scand. 33 : suppl., 70, 277-286, 1975.
36. Makinen, K. K., Virtanen, K. K., etc : Effect of Xylitol-, Sucrose, and Walter- rinses on the composition of Human palatine gland secretions. Scand. J. Dent. Res., 93 : 253-261, 1985.
37. Marquis, R. E. : Antimicrobial adtions of fluoride for oral bacteria. Can. J. Microbiol., 41 : 955-964, 1995
38. Marquis, R.E. : Diminished acid tolerance of plaque bacteria caused by fluoride. J.Dent.Res., 69 (Spec. Issue.) : 672-675, 1990a.
39. Marquis, R.E. : Physiology of fluoride inhibition of oral bacteria. J. Dent. Res., 68(Spec. Issue):1964-1695,1989.
40. Mattingly, J. A. et al. : Enhancement of streptococcus mutans colonization by direct bonded orthodontic appliances. J. Dent Res., 62: 1209-1211, 1983.
41. Mizrahi, E. : Enamel demineralization follwing orthodontic treatment, Am. J. Orthod., 82 : 62-67, 1982.
42. Mizrahi, E. : Surface distribution of enamel opacities following orthodontic treatment, Am. J. Orthod., 84 : 323-331, 1983.
43. Muhlemann, H.R. et al. : Some dental effects of Xylitol under laboratory and in vivo conditions. Caries Res., 11 : 263 -276, 1977.
44. Murray, J. J., The Prevention of Dental Disease. Oxford University Press, 1989.
45. Newbrun, E. : Cariology. 3rd edition. Chicgo : Quintessence books, 1989.
46. Richard, G. Rosenbloom, Norman Tinanoff : Salivary Streptococcus mutans levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. Am. J. Orthod. Dentofac. Ortho., 100 : 35-37, 1991.
47. Robert L. Boyd, et al. : Effect of rotary electric toothbrush versus manual toothbrush on periodontal status during orthodontic treatment.. Am J. Orthod Dentofac Orthop., 96: 342-7, 1989.
48. Roy, A.B. : Aluminofluoredes and berylofluoride as inhibitors of sulphatases. Analogues of hydrogen sulphate? Boichem. J., 279 : 361-365, 1991.
49. Sandham, H. J., Nadeau, L., Phillips, H.I. : The effect of chlorhexidine varnish treatment on salivary mutans Streptococcal levels in child orthodontic patients. J. Dent. Res., 71: 32-35, 1992.
50. Sandham, H. J. Brown, J., et al. : Clinical trial in adults of an antimicrobial varnish for reducing Mutans Streptococci. J. Dent. Res., 70: 1401-1408, 1991.
51. Soderling, E., Alarisanen, L., Scheinin, A., Makinen K. K. : Effect of Xylitol and sorbitol on the polysacchride production and adhesive properties of Streptococcus mutans. Careis Res., 221 : 109-116, 1987.
52. Svanberg, M., Rolla, G. : Streptococcus mutans in plaque and saliva after mouthrinsing with SnF_2. Scand J. Dent. Res., 90: 292-298, 1982.
53. Svanberg, M., Westergren, G. : Effect of SnF_2, administered as mouthrinse or topically applied, on Streptococcus mutans, Streptococcus sanguis and lactobacilli in dental plaque and saliva. Scand. J. Dent. Res., 91: 123-129, 1983.
54. Thibodear, E.A., and Keefe. T.F. : pH-dependent fluorede inhibitionof catalase activety. Rral Microbiol. Immubol., 5 : 328-331, 1991.
55. Thomas, G. Wilson, Brian Love : Clinical effectiveness of fluoride-releasing elastomers. II. Enamel microhardness levels. Am J Orthod Dentof Orthop., 107: 379-81, 1995.
56. Thomas, G. Wilson, Richard, L. Gregory : Clinical effectiveness of fluoride releasing elastomers. I : Salivary Streptococcus mutans numbers. Am J Orthod Dentof Orthop., 107: 293-7, 1995.
57. Vadeboncoeur C et al. : Effect of xylitol on the growth and glycolysis of acidogenic oral bacteria. J.Dent. Res, 62(8) : 882-884, 1983.

58. Verran J, Drucker DB : Effects of two potential sucrose -substitute sweetening agents on deposition of an oral Streptococcus on glass in the presence of sucrose. Arch Oral Biol, 27 : 693-695, 1982.
59. Waler, S. M., Assev, S., Rola, G. : Xylitol 5-p formation by dental plaque after 12 weeks' exposure to a xylotol /sorbitol containing chewing gum. Sc and J. Dent Res., 100 : 319-321, 1992.
60. Warburg, O., and Christian, W. : Isolierung und Hrestallisation des garungsfemint enolase. Biochem.S., 310 : 384-421, 1942
61. Whitford, G.M., Schuster, G.S., Pashley, D.H., and Venkateswarlu,P. : Fluoride uptake by Streptococcus mutans 6715, Infect Immun., 18 : 680-687, 1977.
62. Zachrisson, B. U., Cause and prevention of injuries to teeth, supporting structures during orthodontic treatment, Am. J. Orthod., 69 : 285-300, 1975.
63. 김종배, 최유진 : 공중구강보건학, 고문사, 68-84, 1991.
64. 김형일, 손우성 외 2인 : 불소도포가 교정환자의 타액내 Streptococcus mutans수에 미치는 영향. 대한치과교정학회지, 24: 181-192, 1994.
65. 양원식, 서정훈 외 4인 : 교정 치료 환자에 있어 항균 varnish 처치 전후의 타액내 Streptococcus mutans 균주의 변화에 관한 연구. 대한치과교정학회지, 24:659-672, 1994.

- ABSTRACT -

A Study on the Change of Streptococcus Mutans in Dental Plaque after Use of 0.05% NaF in Orthodontic Patients

Chung-Ju Hwang, D.D.S., M.S.D, Ph.D., **Seon-A Lim**, D.D.S.

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of gargling solution with 0.05% NaF and 10% Xylitol in orthodontic patients with fixed appliance.

The sample consisted of 20 patients who were classified into an experimental group and a control group, 10 patients each. Experimental group was used experimental gargling solution and the control group was used with placebo solution.

The change of S. mutans was analysed by culture on MSB and BHI agar plate pre and post 3, 6, 9 weeks.

The results were as follows.

1. There were significant reduction in the number of S. mutans C.F.U. between pre and post 3 weeks($p<0.01$), 9 weeks($p<0.05$) in experimental group.
2. There were significant reduction in the ratio of S. mutans C.F.U. to total C.F.U. between pre and post 3, 6, 9 weeks($p<0.01$) in experimental group.
3. S. mutans, which were reduced until 3 weeks, did not show significant change after 3, 6, 9 weeks.
4. S. mutans were strongly suppressed until 3 weeks after gargling solution with 0.05% NaF and 10% Xylitol.

KOREA. J. ORTHOD. 1997 ; 27 : 539-548

※ **Key** words : S. mutans, NaF, Xylitol, Fixed orthodontic appliance