

불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬의 항우식 효과

이숙희 · 김재문 · 김 신 · 정태성

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

치아 우식증은 구강 내 세균, 식이(음식물), 치아 및 타액 등의 숙주 요인이 복합적으로 작용하여 발생한다. 이 중 치아의 탈회에 대한 저항성을 높이거나, 구강 내 세균의 산생성능을 낮춤으로써 치아우식을 예방할 수 있는 대표적인 약제로 불소와 클로르헥시딘이 있다. 이 약제의 구강 내 적용방법으로 치아에 대한 부착력이 뛰어나고 환자의 협조존도가 비교적 적은 바니쉬 형태가 최근 들어 널리 이용되고 있다.

본 연구는 불소와 클로르헥시딘 바니쉬의 항우식 효과를 생체 내에서 비교 평가하기 위하여, 구강 내 가철성 장치에 우치 시편을 식립하고 불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬를 각각 도포하였다. 치태축적을 유도하여 법랑질 탈회를 통한 우식 유발 환경을 만들고 바니쉬 제제가 구강 내에서 우치 법랑질의 우식 예방에 미치는 효과를 평가하였다. 전자 현미 분석 장치와 편광현미경을 사용하여 법랑질 표면의 Ca, P에 대한 정량적 변화를 분석하고 조직학적 관찰을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인공 우식병소에 대한 편광현미경 관찰 결과, 불소 및 클로르헥시딘 바니쉬 를 도포한 군에서 대조군에 비해 법랑질 병소가 경미하게 나타남을 확인할 수 있었다.
2. 우식을 유발한 경우 Ca와 P의 감소량은 대조군에서 가장 높게 나타났고($P<0.05$), 불소 바니쉬군에서는 Ca와 P의 유의한 감소가 나타나지 않았으며 클로르헥시딘 바니쉬군에서는 P만 유의한 감소를 보였다($P<0.05$).

이상의 결과로 보아 불소 및 클로르헥시딘 바니쉬 제제의 사용이 항우식 효과를 나타낸 것으로 판단되나, 불소 바니쉬가 좀 더 우수한 효과를 나타낸 것으로 보인다.

주요어 : 항우식효과, 불소 바니쉬, 클로르헥시딘 바니쉬, 불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬의 항우식 효과

I. 서 론

치아 우식증은 사람에서 가장 흔한 만성질환의 하나로, 성인에 비해 소아와 청소년에서 잘 생기는 것으로 알려져 있다¹⁾. 우식은 구강 내 특정 세균이 단당류를 이용하여 치아에 부착한 뒤에 에너지원으로 당을 분해하여 산이 생성되고 이러한 산이 축적

되어 치아와 세균의 접촉면에서 산도(pH)가 치아의 탈회가 가능한 수준까지 떨어지게 되어 발생한다. 우식은 초기 단계에서 원인이 제거되면 병소는 더 이상 진행되지 않을 뿐만 아니라, 환경이 개선되면 법랑질 재광화가 나타날 수 있다. 치아는 구강 내에서 연속적인 재광화와 탈회 과정을 겪게 되고, 구강 위생이 불량하거나 우식환경이 지속되면 탈회과정이 더 우세하게 되어 치아우식이 발생 된다²⁾.

법랑질에 발생한 초기 우식 병소는 백색 병소(white spot)로 관찰되며, 이는 법랑질 탈회 현상을 보여주는 것으로 탈회 정도가 심할수록 더욱 빠르게 우식병소로 발전하게 된다. 특히 소아 및 청소년의 경우 구강 위생 능력이 미비한 경우가 많을 뿐 아니라 법랑질이 미성숙 된 경우가 많아 초기 우식 병소가 빠르게

교신저자 : 정 태 성

부산시 서구 아미동 1-10
부산대학교 치과대학 소아치과학교실
Tel: 051-240-7449
E-mail: tsjeong@pusan.ac.kr

심한 우식으로 진행되는 양상을 보인다. 한편 소아 및 청소년들 스스로에게 전적으로 구강 위생을 맡기는 것은, 협조도 및 조작성의 부족으로 우식 예방에 있어 만족스러운 결과를 얻지 못하는 경우가 많다³⁾. 이러한 이유로 우식증에 민감한 소아 및 청소년의 우식예방을 위하여 다양한 프로그램들과 약제들이 소개되고 있는데 대표적인 것이 불소와 클로르헥시딘이다.

불소는 구강 내에서 치아 법랑질 표면의 수산화 인회석(hydroxyapatite)과 결합하여, 용해성이 낮은 불화인회석(fluorapatite)을 생성하여 법랑질의 재광화를 도모하며 치태형성을 방해함과 동시에 미생물의 성장과 대사를 억제하여 항우식 작용에 기여한다⁴⁾. 불소의 국소도포는 환자의 협조에 크게 의존하지 않는 우식 예방법으로 고정성 교정 치료를 받고 있거나 우식 고위험군에 속하는 환자들의 평활면 우식 예방에 주로 사용된다^{5,6)}. Brudevold 등⁷⁾은 국소적인 불소 도포의 효율은 법랑질과의 접촉 시간과 직접적으로 연관되어 있다고 하였는데, 접촉시간이 길어질수록 법랑질에 잔존하는 불소의 양이 증가되고 이로 인한 불화인회석의 형성이 늘어나 법랑질의 산에 대한 용해성을 효과적으로 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 특히 불소 바니쉬는 치아 표면에 부착력이 우수하여 여러 번의 반복도포가 필요 없이 1회 도포로 장기간의 우식 억제 효과를 나타낼 수 있는 것으로 알려져 있으므로^{1,8-10)} 우식 위험이 높은 것으로 알려진 소아 및 청소년 시기에 우식 예방 목적으로 사용이 권장된다.

클로르헥시딘(chlorhexidine)은 구강내 세균과 화학적으로 결합하거나 세균이 치면의 획득 피막에 부착되는 것을 방해하여 항균효과를 나타내며, 치아 우식증의 주요 원인균으로서 우식 발생 초기에 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀진 *Streptococcus mutans*(*S. mutans*)에 선택적으로 작용하는 것으로 알려져 있다¹¹⁻¹³⁾. 마찬가지로 클로르헥시딘 바니쉬는 일반적인 구강양치용액(mouth rinse)제제와 비교해 볼 때 치면 부착력이 우수하여 예방 효과를 증진시킨다. 클로르헥시딘 바니쉬는 도포 후 첫 24시간 동안 급격히 방출된 후, 소량의 클로르헥시딘을 장기간에 걸쳐 서서히 방출시키는 서방형제제(sustained-release preparation)의 특징을 지니고 있어, 구강 내에서 상당기간 동안 *S. mutans*를 억제하는 것으로 나타났다¹⁴⁾. 고정성 교정 장치를 장착한 환자에서 클로르헥시딘 바니쉬 도포 후 치태 내 균주 변화 양상에 대한 연구들에서¹⁵⁻¹⁷⁾ *S. mutans*의 선택적 억제를 보고하였으며 Fennis-le 등¹⁸⁾은 우식 고위험군 환자들의 제 1 대구치에, Du 등¹⁹⁾은 제 1 유구치에 클로르헥시딘 바니쉬를 도포하여 우식 발생 빈도가 감소함을 보고하였다.

불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬 각각에 대한 항우식 효과 및 탈회 예방에 대해 선학들의 연구^{8,9,18,19)}에서는 대부분 구강 내 환경조건을 일부만 반영한 *in vitro* 실험이나 전향적 연구(prospective study)가 주류를 이루고 있고, 구강 내에서 두 제제의 효용성을 동시에 비교·평가한 연구는 드물다. 특히, 클로르헥시딘 바니쉬에 대한 연구는 구강 내 환경에서 균주 구성

의 변화나 *S. mutans*의 개체수 변화에 대한 연구가 대부분으로¹⁵⁻¹⁹⁾ 구강 내에서 직접적인 탈회예방에 대한 연구는 찾아보기 어렵다. 이에 본 연구는 실제 성인의 구강 내에서의 불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬의 항우식 효과를 비교평가하기 위하여 시도되었다. 하악 가철성 장치인 buccal appliance²⁰⁾에 우치(bovine teeth) 시편을 식립하여 구강 내에 장착 후 불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬를 도포하고 우식환경을 유도하여, 두 제제가 구강 내에서 법랑질 우식의 예방에 미치는 효과를 조직·화학적으로 평가함으로써 초기우식예방을 위한 임상연구에 기초 자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

이 연구는 부산대학교병원 임상시험심사위원회(IRB, Institution Review Board)의 승인을 받았으며, 별도의 지침에 따라 자원자를 대상으로 사전 동의하에 시행되었다.

1. 연구 재료

4개의 건전한 우치(bovine teeth) 상악 절치를 사용하였고 불소 바니쉬로는 Duraflor[®](Pharmascience Inc. Montreal, Canada), 클로르헥시딘 바니쉬로는 Cervitac[®](Vivadent, Schaan, Liechtenstein)을 사용하였다.

2. 연구 방법

1) 대상 치아의 준비

실험에 사용될 치아를 소의 악골에서 분리하고, 부착된 연조직을 치과용 큐렛을 사용하여 제거하였다. 우치의 법랑질 표면을 불소를 함유하지 않은 pumice로 세마 후 생리식염수로 세척하고 실험 개시 전까지 100% 습윤 상태에서 보관하였다. 우치의 순면에서 법랑질과 상아질을 모두 포함하도록 high speed bur를 이용하여 면적 2×3 mm, 두께 2 mm로 절편을 절단하였다. 한 개의 우치에서 총 12개의 법랑질 시편을 제작하였다.

2) Buccal appliance 장치의 제작 및 치아 시편의 매식

실험을 위하여 자원자의 하악 인상을 채득하고 치아 시편을 매식할 buccal appliance를 제작하였다. Buccal appliance의 좌, 우측 acrylic flange와 전방의 순측 flange에 4-5 mm 간격으로 각각 4개 씩 우치 시편의 법랑질 표면이 구강 내로 노출되도록 매식하였다(Fig. 1).

3) 실험과정

① 기초 자료 (base-line data)

구강 내 장치에 매식한 우치 시편과는 별도로, 5개의 우치 법랑질 시편을 준비하고 무기물 함량을 정량 분석하여 기초자료로 사용하였다.

② 대조군

Buccal appliance의 전방 flange에 매식한 치아 시편들을 대조군으로 설정하였다. 시편이 식립된 장치를 1주 간 구강 내에서 24시간 동안 장착하고 식사 후 하루 3회씩, 통상의 방법으로 1분 간 칫솔질을 시행하였다. 1주 후, 우식 유발을 위해서 시편 2개를 선택하여 그 상방으로 치태 침착을 유도하기 위하여 metal mesh를 부착한다. 이 상태로 장치를 2주 간 더 장착했으며 mesh 부위에는 별도의 칫솔질을 시행하지 않았다. metal mesh를 부착하지 않은 나머지 시편들은 이전과 마찬가지로 통상의 방법으로 칫솔질을 계속 시행하였으며 구강 내 실험은 총 3주간 진행되었다.

③ 실험군 - 불소 바니쉬 도포군 및 클로르헥시딘 바니쉬 도포군

구강 내 장착 전 buccal appliance의 우측 flange에 매식한 치아 시편에는 불소 바니쉬 제재인 Duraflor®(Pharmascience Inc. Montreal, Canada)를, 좌측 flange의 치아 시편에는 클로르헥시딘 바니쉬 제재인 Cervitec®(Vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 제조사의 지시에 따라 각각 1회 도포하였다. 대조군과 마찬가지로 1주 동안 장치를 24시간 장착한 뒤, 식사 후에는 하루 3회씩, 통상의 방법으로 1분 간 칫솔질을 시행하였으며 이를 통하여 바니쉬가 자연스럽게 마모되도록 하였다. 이후의 구강 내 과정은 대조군과 동일하게 처리하였다.

4) 시편의 관찰

① 편광 현미경 관찰

구강 내 항우식 실험이 종료된 시편은 silicon carbide paper를 사용하여 절편의 한쪽면을 평활하게하고, epoxy resin을 이용하여 slide glass에 접착시킨 후, 표면이 드러난 반대측면을 연마 및 경면 활택하여 100 μm 두께의 조직시편을 제작하였다.

이 시편을 편광 현미경(OPTIPHOT-2POL, Nikon)으로 시편을 +90° crossed polarized light에서 100배의 배율로 관찰하고 영상을 디지털 카메라(OLYMPUS CAMEDIA C-2000 Zoom)로 촬영하였다.

② 전자 현미 분석 장치(Electron Probe MicroAnalyzer: EPMA) 분석

절단된 시편들을 건조시킨 후 epoxy resin에 포매 후, 연마하여 탄소 피복을 시행하고 전자 현미 분석 장치(SHIMADZU, EPMA-1600, Japan)를 이용하여 2가지 원소(Ca, P)에 대하여 가속전압 15 kV, 빔직경 5 μm하에서 각 시편 당 5회씩 정량 분석을 실시하여 평균값을 취하였다. 총 3회의 실험을 통해 얻어진 시편들의 정량 분석 수치들을 Kruskal-Wallis test와 Mann-Whitney test로 유의성을 검증하였으며 유의수준은 0.05로 하였다.

Ⅲ. 연구성적

1. 기초자료군

실험적인 처치를 시행하지 않은 우치의 Ca, P 함량에 대한 기초자료를 얻었다. EPMA 분석 결과 Ca은 35.99%, P은 16.90%로 측정되었다(Table 1).

2. 우식을 유발하지 않은 경우 : 편광 현미경 소견 및 Ca, P의 정량적 분석

가. 편광 현미경 소견

우식 유발 없이 일반적인 칫솔질로 자연스런 마모를 재현시킨 대조군 및 실험군의 시편을 편광 현미경으로 관찰한 결과,

Table 1. Baseline data of Ca, P of bovine teeth

	element	1	2	3	4	5	average	SD
Baseline	Ca	35.79	36.21	35.91	36.05	35.98	35.99	0.01
	P	16.87	17.09	17.01	16.73	16.82	16.90	0.02

(%)

Table 2. Measurements of Ca, P without caries induction by EPMA

	element	1	2	3	4	5	average	SD
Control	Ca	36.38	36.11	37.19	34.76	35.97	36.08	0.79
	P	17.84	16.35	16.82	16.89	16.71	16.92	0.50
F-varnish	Ca	37.37	36.61	37.85	38.23	36.27	37.27	0.73
	P	16.99	18.42	16.41	16.29	17.41	17.10	0.77
CHX-varnish	Ca	36.29	36.50	35.84	37.58	36.83	36.61	0.58
	P	16.96	17.30	16.84	17.13	17.57	17.16	0.42

F: Fluoride CHX: Chlorhexidine (%)

대조군에 비하여 클로르헥시딘 바니쉬군과 불소 바니쉬군에서 탈회 억제 양상이 좀 더 분명히 관찰되었다(Fig. 2).

나. EPMA 분석

대조군에서 Ca, P 이온은 평균 36.08%, 16.92%로 측정되었고 불소 바니쉬를 도포한 군에서는 37.27%, 17.10%, 클로르헥시딘 바니쉬를 도포한 군의 경우에는 36.61%, 17.16%로 나타났으며 이들의 차이는 통계적 유의성이 없었다 ($P>0.05$)(Table 2).

3. 우식을 유발한 경우 : 편광 현미경 소견 및 Ca, P의 정량적 분석

가. 편광 현미경 소견

아무런 처치도 하지 않은 대조군의 시편에서는 우식에 의한 탈회병소와 유사한 구조가 조직학적으로 관찰 되었으며, 불소 바니쉬, 클로르헥시딘 바니쉬를 각각 도포한 실험군에서는 우식에 의한 탈회병소가 대조군에 비해서는 감소되는 것을 확인해 볼 수 있었다(Fig. 3).

Table 3. Measurements of Ca, P after caries induction by EPMA

	element	1	2	3	4	5	average	SD
Control	Ca	33.09	34.40	34.40	34.02	33.89	33.96	0.62
	P	13.14	13.89	14.22	15.21	13.44	13.98	0.72
F-varnish	Ca	35.21	36.49	36.98	36.57	37.35	36.52	0.72
	P	17.28	18.00	16.53	16.23	16.90	16.99	0.62
CHX-varnish	Ca	34.38	34.99	35.52	35.02	35.73	35.73	0.26
	P	15.39	14.74	14.29	15.69	15.28	15.08	0.65

F: Fluoride CHX: Chlorhexidine (%)

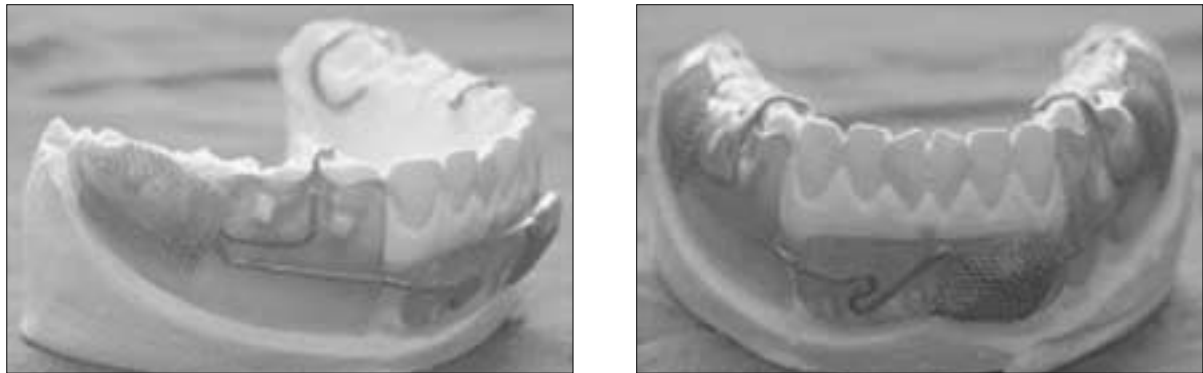


Fig. 1. Bovine tooth specimens placed on acrylic flange of buccal appliance.

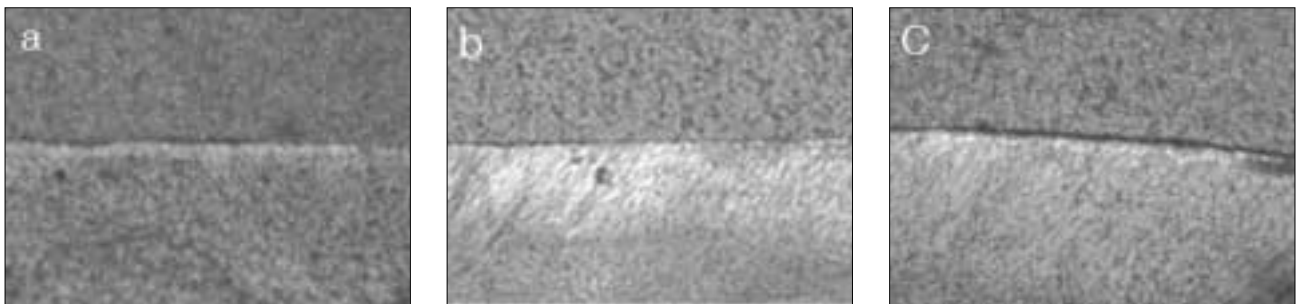


Fig. 2. Polarized light microscopic findings of bovine enamel surface. There are no significant difference among each group.

- a. control group.(×100)
- b. fluoride varnish group.(×100)
- c. chlorhexidine varnish group.(×100)

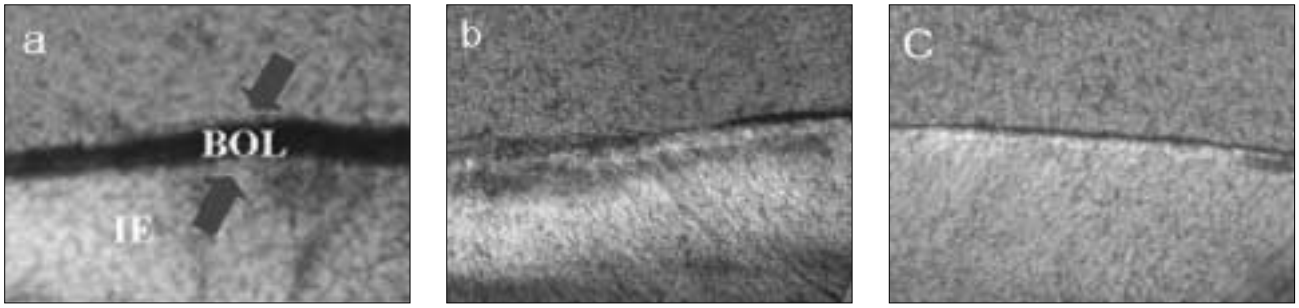


Fig. 3. Polarized light microscopic findings of bovine enamel surface after caries induction.
 a. control group. It was recognized caries like lesion on enamel surface. (Arrowhead)
 IE : intact enamel, BOL : body of lesion
 b. fluoride varnish group.(×100)
 c. chlorhexidine varnish group.(×100)
 b,c : Comparing the control group, both group were identified to resist decalcification.

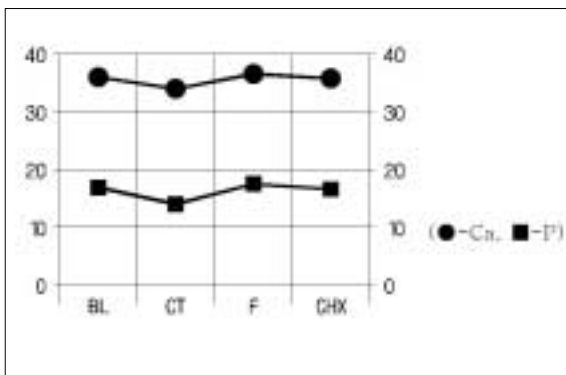


Fig. 4. Comparison of Ca and P after caries induction. Fluoride varnish group showed the highest Ca and P level($P<0.05$).
 BL: baseline data, CT: control group, F: fluoride varnish group, CHX: chlorhexidine varnish group

나. EPMA 분석

불소 바니쉬군에서 Ca와 P 이온의 평균 정량 값이 각각 37.02%, 17.49% 였으며 클로르헥시딘 바니쉬군의 경우에는 35.73%, 15.08%, 대조군의 경우는 이보다 더 낮은 33.96%, 13.98% 로, 이들의 차이는 유의성 있는 것으로 나타났다($P<0.05$)(Table 3).

4. 우식을 유발하지 않은 경우와 우식을 유발한 경우의 동일 조건 군들에 대한 Ca, P의 정량차이 분석

동일 조건군에서 우식을 유발하지 않은 경우와 우식을 유발한 경우를 비교한 결과, 우식을 유발한 경우에서 Ca와 P의 정량 감소가 관찰되었다($P<0.05$).

감소량은 대조군에서 가장 높게 나타났고 불소 바니쉬군의 경우에는 Ca는 감소하였으나 통계적인 유의성은 보이지 않았으며 P의 정량 감소만이 유의성이 있게 나타났다($P<0.05$). 또

클로르헥시딘 바니쉬군에서는 Ca, P의 감소량이 유의성이 없는 것으로 나타났다($P>0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

우식 발생 초기에 치아에 불소를 적용하거나 세균에게 유용한 탄수화물의 공급을 감소시키고, 클로르헥시딘 등으로 우식 유발성 세균의 수준을 낮추는 방법을 통하여 세균의 산 생산력을 줄이는 것은 효과적인 우식 예방방법이 될 수 있다²⁾.

불소 바니쉬는 약 30년 전에 개발되었으며 1980년대에 유럽에서 널리 사용되기 시작했고, 미국에서는 지카과민처치 및 와동이장제로 1994년도에 FDA 승인을 받았다²¹⁾. 그러나 현재 불소 바니쉬는 국소 불소 도포 제제로 범랑질 탈회 예방을 위해 널리 사용되고 있으며^{22,23)}, 특히 불소 바니쉬는 다른 불소 제제들에 비하여 치아 표면에 부착이 용이하며 불소를 지속적으로 유리시켜 우식 예방 효과가 뛰어난 것으로 여겨지고 있다²⁴⁾. 클로르헥시딘은 *S. mutans*에 선택적으로 강력하게 작용하며, 불소와 더불어 가장 안전한 약제 중의 하나로 알려져 있다¹⁴⁾. 바니쉬 형태의 클로르헥시딘은 효과적이고 손쉬운 국소 도포 제제이며²⁵⁾, 구강 내에서 오랫동안 지속될 수 있어 세균의 감소를 통한 우식의 발생을 보다 효과적으로 억제할 수 있으리라 예상된다. 또한 클로르헥시딘 바니쉬는 불소 바니쉬와 마찬가지로 별도의 환자 협조도가 필요 없어, 소아 및 청소년 환자들에게 유용한 우식 예방 제제로 추천된다.

실험적으로 범랑질 탈회를 유발시켜 우식병소의 깊이를 측정하고자 할 때 Øgaard 등²⁶⁾은 치아에 잘 적합되지 않아 공간이 생긴 교정용 밴드 주위로 세균이 축적되면 1주일만에 범랑질의 탈회현상을 관찰할 수 있다고 하였다. 이 연구에서는 교정용 밴드 대신 음식물 축적이 용이할 수 있도록 metal mesh를 사용하였으며 예비 실험을 통해 2주일의 실험기간동안 범랑질 탈회가 충분히 일어남을 확인하였다.

치아 경조직의 성분에 대한 다양한 정량적, 정성적 분석방법이 추천되는데 우식 범랑질표면의 조직학적 특성 및 물리적 성상은 미세경도, 주사전자현미경, 편광현미경의 측정으로 평가될 수 있으며 화학적인 성분 분석으로는 EPMA가 대표적이다. 1960년대 이래로 경조직의 성분에 대한 여러가지 정량적, 정성적인 분석 방법이 도입되어 왔는데 이러한 서로 다른 방법에 의한 측정결과들이 일치하지 않은 등의 문제점들이 대두 되었다. 그러나 이러한 문제들은 electron probe를 통한 분석을 통해 해결되었는데 이 분석법은 x-ray의 방출에 근거를 하며, 지름이 굉장히 작은(1-10 μ) 전자 광선이 시료에 충돌시 시료를 구성하고 있는 여러 가지 원소의 성분을 포함하는 특성 방사선을 형성하게 되면 화학적 성분의 특성은 방출된 x-ray 파장의 길이를 통하여 인식할 수 있고, 방사선의 강도를 기록함으로써 성분의 정량적인 분석을 할 수 있다²⁷⁾.

1961년 Boyde 등²⁸⁾이 electron probe를 치아 조직에 적용하여 관간 상아질에 비해 관주 상아질에 더 많은 칼슘이 있다는 것을 밝혀낸 이후, electron probe를 통한 치아조직의 정량적, 정성적인 분석이 활기를 띠게 되었다. 1975년 Takuma 등²⁹⁾은 탈회된 상아질을 EPMA를 이용하여 분석하여 칼슘, 인, 마그네슘, 염소는 감소하고 황과 아연은 증가함을 보고하였으며, 이는 미세방사선촬영술(microradiograph)을 이용하여 분석한 결과와 일치하였다²⁸⁾.

따라서 이 연구에서는 EPMA 분석 중 Wavelength Dispersive Spectroscopy System을 이용하여 시편 표면의 특정 원소들(Ca, P) 농도를 확인하고 이를 통하여 이들 약제의 우식 저항성을 평가하고자 하였으며, 또한 추가적인 편광현미경 관찰을 통하여 조직학적 특성을 파악하고자 하였다.

우식을 유발한 경우에 Ca, P의 감소가 관찰되었다. 대조군은 우식을 유발한 경우와 그렇지 않은 경우에서의 Ca와 P의 차이가 유의성 있게 나타나서 우식에 의한 광물질 소실을 나타냈다($P<0.05$). 불소 바니쉬군은 우식유발 전후 Ca, P의 감소량에서 차이가 유의성이 없는 것으로 나타나 우식에 의한 탈회과정에 저항성이 있는 것으로 나타났으며 클로르헥시딘 바니쉬군의 경우는 P의 경우에서 유의성 있는 감소를 나타내었다($P<0.05$). 또한 기초 자료군과 비교시, 불소 바니쉬군은 Ca와 P가 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 클로르헥시딘 바니쉬군의 경우에는 P에서만 유의한 차이를 보였다(Fig. 4). 이러한 사실들은 불소 바니쉬가 클로르헥시딘 바니쉬에 비해 우식 저항 효과가 높음을 시사하는 것으로 생각된다.

불소 바니쉬의 경우, 불소를 유리하여 수산화인회석보다 산 저항성이 높은 불화 인화석을 형성, 범랑질 표면의 조직학적 결정구조에 영향을 주어 항우식 작용을 하는 것으로 알려져 있는데 이는 직접적으로 치아구조에 영향을 주는 것으로 좀 더 우식에 대한 저항성을 높이는 요소라 사료된다. 클로르헥시딘 바니쉬가 우식을 야기하는 주된 원인균인 *S. mutans*의 개체수 감소를 통하여 우식에 대해 저항하며¹⁵⁾, Sköld-Larsson 등¹⁶⁾은 클로르헥시딘 바니쉬가 초기 치은 연상 치태에 존재하는 구강

내 세균의 생존능과 감수성의 신진대사 활성도를 감소시킨다고 하였으나 이러한 세균대사의 감소가 실제로 치아의 표면 구조에 어떠한 영향을 미치는지 정확히 가늠하기 힘들다. 클로르헥시딘 바니쉬의 도포가 실제로 *S. mutans*의 개체수를 감소시키고 이들에 의한 항우식 효과가 유의한가에 대한 연구에서 부정적인 결과를 보고하는 경우도 있다³⁰⁻³²⁾. 이 연구에서는 클로르헥시딘 바니쉬의 도포가 우식에 저항성이 있는 것으로 나타났으나 향후 대량의 개체수를 이용한 추가적인 연구로 이에 대한 확인이 필요하리라 사료된다.

또한 편광 현미경을 이용하여 범랑질의 조직학적 변화를 관찰하였을 때 바니쉬 제제를 도포한 실험군이 우식에 저항한 사실을 확인할 수 있었다. 불소 바니쉬 및 클로르헥시딘 바니쉬를 도포한 군에 비하여 대조군에서 흑색 및 갈색의 양성 복굴절을 보이는 병소 본체가 가장 뚜렷하게 관찰되어 정량 분석의 결과를 뒷받침하여 주었다.

이상의 결과로 보아 소아 및 청소년 시기의 항우식 제제로서 불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬의 사용은 임상적으로 효과가 있을 것이라 여겨지며 특히 불소 바니쉬에서 좀더 많은 효과를 기대해 볼 수 있을 것이라 생각된다. 개개의 바니쉬 사용에 대한 항우식 효과뿐만 아니라 불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬를 병용하는 경우의 항우식 작용에 대해서도 연구가 필요하리라 사료되며 이를 통하여 임상에서 보다 효과적으로 바니쉬 제제를 사용할 수 있을 것이다. 이와 더불어, 바니쉬 도포 후에 발생하는 Ca와 P의 변화가 시편 표면의 강도에 어떠한 영향을 미치는가와 장기적인 측면에서의 재도포 여부와 재도포 시기에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것이라 생각되었다. 이번 실험은 치아 시편의 성분만을 분석한 것으로 실제로 이들이 어떠한 형태의 결정구조를 형성하였는지는 알 수 없었으며 *in vivo* 실험의 한계 및 실험에 대한 협조도 및 조건 통제를 위해 다량의 시편을 실험 계획에 포함시키기 어려운 한계점이 있었다. 따라서 이를 보완한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬의 항우식 효과를 평가하기 위하여 구강 내 장치에 우치 시편을 식립한 후 각각의 바니쉬를 도포하고 우식을 유발한 뒤 범랑질 표면의 조직학적인 변화와 Ca, P의 변화에 대한 관찰결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인공 우식병소에 대한 편광현미경 관찰 결과, 불소 및 클로르헥시딘 바니쉬를 도포한 군에서 대조군에 비해 범랑질 병소가 경미하게 나타남을 확인할 수 있었다.
2. 우식을 유발한 경우 Ca와 P의 감소량은 대조군에서 가장 높게 나타났고($P<0.05$), 불소 바니쉬군에서는 Ca와 P의 유의한 감소가 나타나지 않았으며 클로르헥시딘 바니쉬군에서는 P만 유의한 감소를 보였다($P<0.05$).

이러한 결과를 미루어 볼 때 불소 바니쉬와 클로르헥시딘 바니쉬 모두 우식 예방에 다소의 효과가 있을 것으로 추정되나 불소 바니쉬가 법랑질 우식 예방에 더 효과적인 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 임성수, 김용기 : Fluoride varnish 도포가 초기 법랑질 우식 병소의 재석회화에 미치는 영향에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 20:131-143, 1993.
2. Norman Tinanoff : Association of diet with dental caries in preschool children. Dent Clin N Am, 49:725-737, 2005.
3. Bellini HT, Arneberg P, von der Fehr FR : Oral hygiene and caries. A review. Acta Odontol Scand, 39:257-265, 1981.
4. 배익현, 김재문, 정태성 등 : 글라스 아이오노머 수복재의 불소 유리 및 재흡수 양상. 대한소아치과학회지, 32:136-143, 2005.
5. Hawkins R, Locker D, Noble J, et al. : Prevention. Part 7: professionally applied topical fluorides for caries prevention. Br Dent J, 27:313-7, 2003.
6. Chu CH, Lo EC : A review of sodium fluoride varnish. Gen Dent, 254:247-53, 2006.
7. Brudevold F, McCann HG, Nilsson R, et al. : The chemistry of caries inhibition problems and challenges in topical treatment. J Dent Res, 46:37-49, 1967.
8. Demito CF, Vivaldi-Rodrigues G, Ramos AL, et al. : The efficacy of a fluoride varnish in reducing enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets: *in vitro* study. Orthod Craniofacial Res, 7:205-210, 2004.
9. Todd MA, Staley RN, Kanellis MJ, et al. : Effect of a fluoride varnish on demineralization adjacent to orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 116:159-67, 1999.
10. Vivaldi-Rodrigues G, Demito CF, Bowman SJ, et al. : The effectiveness of a fluoride varnish in preventing the development of white spot lesions. World J of Orthod, 7:138-144, 2006.
11. Emilson CG, Klasse B : Support for and implications of the specific plaque hypothesis. Scand J Dent Res, 93:96-104, 1985.
12. Köhler B, Pettersson BM, Bratthal D : *Streptococcus mutans* in plaque and saliva and the development of caries. Scand J Dent Res, 89:19-25, 1981.
13. Svanberg M, Loesche WJ : The salivary concentration of *Streptococcus mutans* and Streptococci sanguis and their colonization of artificial tooth fissures in man. Arch Oral Biol, 22:441-7, 1977.
14. 임은경, 최영철 : Chlorhexidine varnish가 법랑질의 탈회예방에 미치는 영향. 대한소아치과학회지, 25:825-836, 1998.
15. 이하진, 장영일 : 교정환자에 있어 Chlorhexidine varnish 처치 전후의 치태 내 균주 변화에 관한 연구. 대한치과교정학회지, 27:173-180, 1997.
16. Sköld-Larsson K, Borgström MK, Twetman S : Effect of an antibacterial varnish on lactic acid production in plaque adjacent to fixed orthodontic appliances. Clin Oral Invest, 5:118-121, 2001.
17. Sandham HJ, Nadeau L, Philips HI : The effect of chlorhexidine varnish treatment on salivary mutans streptococcal levels in child orthodontic patients. J Dent Res, 71:32-5, 1992.
18. Fennis-le YL, Verdonschot EH, Burgersdijk RC, et al. : Effect of 6-monthly applications of chlorhexidine varnish on incidence of occlusal caries in permanent molars: a 3-year study. J Dent, 26:233-8, 1998.
19. Du MQ, Tai BJ, Jiang H, et al. : A two-year randomized clinical trial of chlorhexidine varnish on dental caries in Chinese preschool children. J Dent Res, 85:557-9, 2006.
20. 노홍석, 정태성, 김신 : Buccal acrylic appliance의 임상적 적용. 대한소아치과학회지, 34:315-321, 2007.
21. Castellano JB, Donly KJ : Potential remineralization of demineralized enamel after application of fluoride varnish. Am J Dent, 17:462-4, 2004.
22. Bawden JW : Fluoride varnish: A useful new tool for public health dentistry. J Public Health Dent, 58:266-269, 1998.
23. Beltran-Aguilar ED, Goldstein JW, Lockwood SA : Fluoride varnishes: A review of their clinical use, cariostatic mechanism, efficacy and safety. J Am Dent Assoc, 131:589-596, 2000.
24. Rozier RG : Effectiveness of methods used by dental professionals for the primary prevention of dental caries. J Dent Educ, 65:1063-72, 2001.
25. Matthijs S, Adriaens PA : Chlorhexidine varnishes: a review. J Clin Periodonto, 29:1-8, 2002.
26. Øgaard B, Rolla G, Arends J : Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. Am J Orthod Dentofac Orthop, 94:68-73, 1988.

27. 홍경식, 허복, 이찬영 등 : 법랑질 표면의 탈회 및 재광화 후 EPMA(electron probe micro-analysis)를 이용한 칼슘, 인, 불소 변화의 정량적 분석. 대한치과보존학회지, 26:372-378, 2001.
28. Boyde A, Switsur VR, Fearnhead RW : Application of the scanning electron probe X-ray microanalyzer to dental tissue. J Ultrastruct Res, 5:201-207, 1961
29. Takuma S, Ogiwara H, Suzuki H : Electron probe and electron microscope studies of carious dentinal lesions with a remineralized surface layer. Caries Res, 9:278-285, 1975.
30. Orgie AH, Paterson M, Pine CM, et al. : A randomised controlled trial of the caries-preventive efficacy of a chlorhexidine-containing varnish in high-caries-risk adolescents. Caries Res, 34:432-9, 2000.
31. Jenatschke F, Elseberger E, Welte HD, et al. : Influence of repeated chlorhexidine varnish application on Mutans streptococci counts and caries increment in patients treated with fixed orthodontic appliances. Journal of Orofacial Orthopedics, 62:36-45, 2001.
32. Attin R, Ilse A, Werner C, Wiegand A, et al. : Antimicrobial effectiveness of a highly concentrated chlorhexidine varnish treatment in teenagers with fixed orthodontic appliances. Angle Orthodontist, 76:1022-1027, 2006.

Abstract

ANTICARIOGENIC EFFECT OF FLUORIDE VARNISHES
AND CHLORHEXIDINE VARNISHES

Suk-Hee Lee, Jae-Moon Kim, Shin Kim, Tae-Sung Jeong

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University

Dental caries which is one of the most common chronic disease complexly developed by the action of oral bacteria, diet, and host factor. Various prevention program enhance resistance of demineralization and reduce the acidogenicity of oral bacteria have been introduced, representative material is fluoride and chlorhexidine.

The purpose of the study was to evaluate and compare effectiveness of fluoride varnish and chlorhexidine varnish *in vivo*. Bovine tooth specimens were implanted in the lower space maintainers and applied with fluoride varnish and chlorhexidine varnish. After seven days in oral environment, metal mesh was covered to make similar condition of plaque accumulation and induce caries. All specimens were analysed by EPMA to evaluate quantitative change of Ca, P and by polarized microscope to identify histological changes.

The results were as follows :

After initial artificial caries induction in the mouth, there were remarkable enamel caries lesion in the control group under polarized light microscopy. The highest amount of mineral decrease were showed in control group. No statistically significant mineral decrease were showed in fluoride varnish group, while chlorhexidine varnish group showed only significant decrease of P(P<0.05).

In conclusion both fluoride varnish and chlorhexidine varnish seemed to be effective for protecting enamel surface from caries activity, although fluoride varnish has more anticariogenic effect than chlorhexidine varnish.

Key words : Anticariogenic effect, Fluoride varnish, Chlorhexidine varnish