

## 탄산음료의 법랑질 침식효과에 대한 연구

이경호 · 박수진 · 정태성 · 김 신

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

현재 시판중인 대부분의 음료가 산성을 띤다는 사실은 이미 잘 알려져 있으며 이러한 산성의 음료 음용의 증가는 우려할 만한 수준으로 치아 침식증을 촉진할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구는 어린이들이 비교적 일상적으로 쉽게 접하는 탄산음료 중 가장 보편화된 한 종을 택하여 치아와의 노출과 노출빈도에 따른 법랑질의 침식정도를 조사 분석할 목적으로 시행되었다.

탈락 시기의 건전한 유치를 발거하여 두 개의 군, 즉 magnetic stirrer에 의해 진동(agitation)을 받은 군과 그렇지 않은 군으로 나뉘었고 나뉜 군들은 또 각각 콜라에의 노출빈도에 따라 3개의 군으로 나뉘었다.

각각의 군들은 신선한 콜라에 5분씩 노출되었으며 노출 전과 후에 증류수에 의해 세척되었고 시편의 노출이 이루어지지 않는 시간에는 생리 식염수에 보관한 후, 인공적으로 침식을 유발시켰을 때 나타나는 양상을 표면미세경도측정법으로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 실험에 사용된 콜라의 산도는 평균 pH 2.5로서 치아 침식증을 유발하기에 충분한 수준이었다.
2. 콜라에 의한 침식유발 후의 법랑질 표면경도는 대조군에 비해 모든 시료에서 감소되었다( $p < 0.05$ ). 침식유발 시간이 경과함에 따라 법랑질 표면경도는 모든 실험군에서 초기에는 급격히 낮아지다가 이후에는 그 정도가 덜해지는 양상을 보였다.
3. 법랑질을 콜라에 노출시킨 빈도가 증가함에 따라 법랑질 표면경도는 감소되었다.
4. 콜라에 진동(agitation)을 가하여 탄산가스를 증가시킨 결과 법랑질의 표면경도는 진동을 가하지 않은 군에 비해 감소되었다( $p < 0.05$ ).

**주요어** : 치아 침식증, 콜라, 표면경도, 탄산음료

### I. 서 론

치아우식과 직접적인 관련이 없이 치아의 경조직이 소실되는 것은 침식(dental erosion), 교모(attrition), 마모(abrasion) 그리고 언급된 원인의 복합적인 것에 의해 발생된다<sup>1)</sup>. 이 중 치아 침식증에는 여러 가지 원인 요소가 개입하며, 크게 내부적

인 원인과 외부적인 원인으로 나눌 수 있다. 내부적인 원인 중 대표적인 신경성 식욕부진(anorexia nervosa)의 경우에는 위산이 구강으로 역류하여 치아 침식을 유발한다. 외부적인 원인 요소로는 과일 등의 산성 음식물 섭취와 산성 음료의 음용이 대표적인 예이다. 그리고 특수 화학공장 등 작업장의 산성 환경에 지속적으로 노출됨으로써 공기 중의 산성 물질이 흡기를 통해 구강으로 유입되면서 치아 침식을 유발할 수 있고<sup>2)</sup>, 염소로 소독된 실내수영장에서 장기간 근무하는 경우에도 침식이 유발되었다는 보고가 있다<sup>3)</sup>.

치아 침식증을 유발할 수 있는 위 여러 가지 요인 중에서 최근 들어서는 산성 음료와 음식이 새롭게 중요한 관심사로 부각되고 있다. 서구의 일부 선진국에서 치아 침식에 대한 문제가

교신저자 : 김 신

부산시 서구 아미동 1가 10번지  
부산대학교 치과대학 소아치과학교실  
Tel : 051-240-7450  
E-mail : shinkim@pusan.ac.kr

대두된 이례 산성 음료의 소비가 계속 증가된다면 치아 침식이 임상적으로 더욱 문제시될 것이라는 주장이 제기되었으나, 다양한 산성 음료가 계속 개발되었고 더욱 쉽게 접할 수 있게 됨으로써 그 소비량이 날로 증가하고 있고, 또한 주요 소비층이 소아 및 청소년이라는 데 더 큰 문제가 있다<sup>4)</sup>.

이런 현상은 우리나라에서도 예외는 아니다. 현재 시판중인 대부분의 음료가 산성을 띤다는 사실은 이미 잘 알려져 있으며 국내에서는 최와 신<sup>5)</sup>의 연구에서 158종의 각종 시판 식음료의 산성도를 측정된 결과 우유류를 제외한 대부분의 음료가 pH 4.0 이하의 산도를 보인다는 사실이 확인되었다. 그리고 2000년도에 발표된 소비자보호원의 조사에 따르면 42종 조사대상 음료의 산도는 평균 pH 2.4~6.2이었고, 대부분(90.5%)의 음료가 pH 5.5 미만으로 평균 산도는 pH 3.5였다. 특히 탄산음료는 1998년도 국민 다소비식품 순위 중 우유 다음의 2위를 차지하고 있어, 우리의 식생활에서 차지하는 비중이 상당히 큼을 알 수 있다<sup>6)</sup>.

이와 같이 탄산음료의 소비가 날로 증가하고 있는 반면, 그에 따른 치아 침식증에 대한 발생 개연성과 이에 대한 조사는 외국과는 달리 현재 국내에서는 활발하지 않고 있어 이에 대한 연구가 절실하다고 사료되었다. 또한 많은 관련 연구들은 산성 음료를 이용하여 지나치게 긴 시간동안 침식을 유발시키는 경우가 대부분이었기 때문에 현실성이 낮은 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구는 어린이들이 비교적 일상적으로 쉽게 접하는 탄산음료 중 가장 보편적으로 애용되고 있는 콜라 1종을 택하여 치면의 노출빈도와 방법에 따른 법랑질의 침식정도를 조사할 목적으로 시행되었다.

II. 연구재료 및 방법

가. 연구 재료

생리적으로 탈락한 지 2주 이내이면서 우식이 없고 균열, 파절, 마모 등 치면의 결함이 보이지 않는 40개의 유치를 선별하여 생리 식염수에 냉장 보관하였다. 실험에 사용된 음료는 시중에서 매우 보편적으로 애용되고 있는 것으로 사료되는 콜라 1종(pH 2.5)를 선택하였으며 실험에 투입될 때까지 상온에 보관하였다. 또한 콜라는 탄산음료임을 고려하여 매 실험마다 새로운 것으로 투입하였다.

나. 연구 방법

1. 탄산음료의 산도 측정

pH meter (SP 701, Suntex, USA)를 이용하여 magnetic stirrer에서 진동(agitation)을 받는 상태와 받지 않은 상태에서 각각의 산도를 반복 측정하였다.

2. 법랑질 시편에 대한 침식 유발도 조사

1) 법랑질 시편의 제작

발거된 유치를 24시간 동안 5% NaOCl 용액에 담근 후 표면 연조직을 제거하고 증류수에서 행켰다. 법랑백악 경계부에서 수평 절단하여 치근을 제거하고 치관부 협설측에서 4 mm<sup>2</sup> 이상의 80개 법랑질 절편을 채취하였다. 직경 10 mm, 높이 10 mm 원주형의 epoxy resin mold를 제작, 원주의 장축에 대해 법랑질 표면이 수직이 되도록 위치시키고 법랑질 표면을 제외한 모든 면은 mold내에 포매하였다. 법랑질 표면을 #600, #1000 silicon carbide 연마지와 알루미늄 분말로 활택 연마하여 침식 유발을 위한 법랑질 시편을 준비하였다.

2) 실험 과정 (Table 1)

법랑질 시편들은 6개 군으로 나누어 8일간 콜라에 침적되었다. 각 군은 크게 두 개의 군, 즉 magnetic stirrer에 의해 진동을 받는 군과 그렇지 않은 군으로 나누었고 나뉜 군들은 또 각각 콜라에의 노출빈도에 따라 3개의 군, 즉 하루에 1회 노출(low intake), 5회 노출(medium intake), 10회 노출(high intake)의 군으로 나뉘었다.

대조군으로는 진동을 받은 군과 받지 않은 군 모두에서 콜라에 노출시키지 않은 군을 각각 추가하여 식염수에 보관하여 법랑질 미세경도를 측정하였으며, 특히 진동을 받은 군의 대조군은 하루 10회의 magnetic stirrer을 이용한 진동을 가하였다.

각 군의 시편을 신선한 콜라에 5분씩 노출하였으며 노출 전과 후에 증류수에 의해 1분간 세척하였고 시편의 노출이 이루어지지 않는 시간에는 생리 식염수에 보관하였다.

노출이 완료된 시편들은 Vicker's diamond indenter가 부착된 미세경도 측정기(MVK-H100, Akashi, Japan)에서 법랑질 표면에 수직으로 10초간 300gm의 하중을 가하여 표면경도(Vicker's Hardness Number, VHN)를 측정하였다.

3. 통계 처리

노출 빈도에 따른 각 실험군 측정치 간의 유의성을 검정하기 위해 ANOVA test를 시행하였고 진동을 가한 군과 그렇지 않은 군 간의 유의성을 알아보기 위해 Student t-test를 적용하였다.

Table 1. Composition of experimental groups

	without agitation	with agitation
Low Intake (1 immersion / day)	Group 1	Group 4
Medium Intake (5 immersions / day)	Group 2	Group 5
High Intake (10 immersions / day)	Group 3	Group 6
	Control 1	Control 2

### Ⅲ. 연구 성적

#### 1. 산도 측정

진동을 받지 않은 군의 평균 산도는 pH 2.5, 진동을 받은 군의 평균 산도는 pH 2.3으로 나타나 진동을 받은 군에서의 산도가 진동을 받지 않은 군에 비해 높게 나타났다.

#### 2. 노출빈도에 따른 분석

실험군의 법랑질 미세경도에서 제시된 조건에 따라 현격한 차이를 나타내었다. 즉, 1회에서 3회까지 법랑질 미세경도의 급격한 감소를 나타내었으며 그 이후 감소의 정도는 약해졌으나 점진적으로 감소하는 추세를 보였다. 대조군과 비교해 보면 모든 실험군에서 유의하게 법랑질 미세경도가 감소하였고 ( $p < 0.05$ ), 특히 노출의 빈도가 증가할수록 법랑질 미세경도의

감소는 더욱 두드러지게 나타났다(Fig. 1, Table 2).

진동을 가한 조건에서의 법랑질 미세경도 역시 그렇지 않은 조건에서와 마찬가지로 대조군과 비교해 볼 때 1회에서 3회까지 급격한 감소를 보였고 그 이후 감소의 정도는 약화되었으나 지속적으로 감소하는 추세를 보였다. 다만 감소의 폭에 있어서 진동을 가하지 않은 실험군에 비해 그 정도가 크게 나타나는 차이점이 있었다(Fig. 2, Table 3).

#### 3. 노출방법에 따른 분석

각 노출 빈도에 대해 진동을 가한 군과 그렇지 않은 군에 있어서 콜라에 1회(group 1, 4)와 5회(group 2, 5) 노출하였을 때 법랑질 미세경도의 감소는 3일째부터 유의한 차이를 나타내었으며( $p < 0.05$ , Fig. 3, Fig. 4.), 10회(group 3, 6) 노출하였을 경우 법랑질 미세경도의 감소는 2일째부터 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ , Fig. 5).

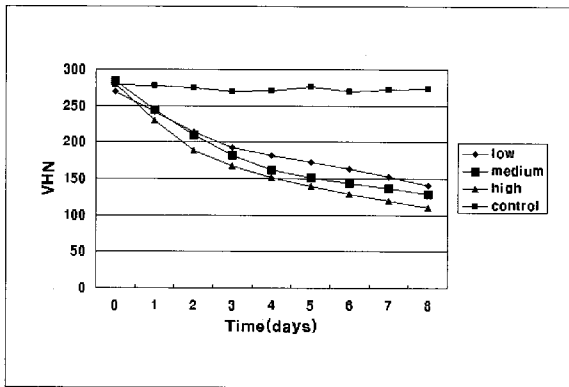


Fig. 1. Microhardness values of the enamel surfaces across four levels of intake without agitation (Vicker's Hardness Number).

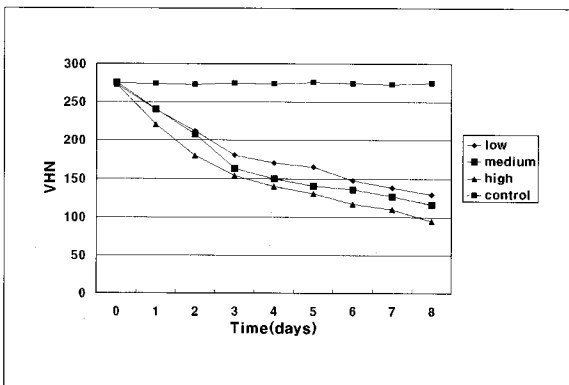


Fig. 2. Microhardness values on enamel surfaces across four levels of intake with agitation (Vicker's Hardness Number).

Table 2. Mean microhardness values (Vicker's Hardness Number) of the enamel surfaces on assays with a low, medium and high intake levels and control group without agitation

Day	Low	Medium	High	Control
Base line	268.8	284.4	279.7	278.2
1	241.5	244.4	229.1	277.4
2	213.8	210.1	188.3	275.1
3	192.7	182.0	166.9	269.6
4	181.6	162.2	151.5	270.4
5	172.5	151.3	138.7	275.5
6	163.9	143.2	128.5	269.3
7	152.4	136.2	119.5	272.2
8	140.7	128.6	110.5	273.3

Table 3. Mean microhardness values(Vicker's Hardness Number) on the enamel surfaces on assays with a low, medium and high intake levels and control group with agitation

Day	Low	Medium	High	Control
Base line	273.4	276.2	273.4	275.2
1	240.0	240.8	220.9	274.1
2	212.1	208.0	179.8	273.6
3	180.2	163.2	153.6	275.4
4	170.0	149.6	140.0	274.3
5	165.2	140.6	130.6	276.2
6	147.5	135.5	117.1	274.7
7	137.7	127.1	109.8	273.2
8	129.0	116.2	94.7	275.0

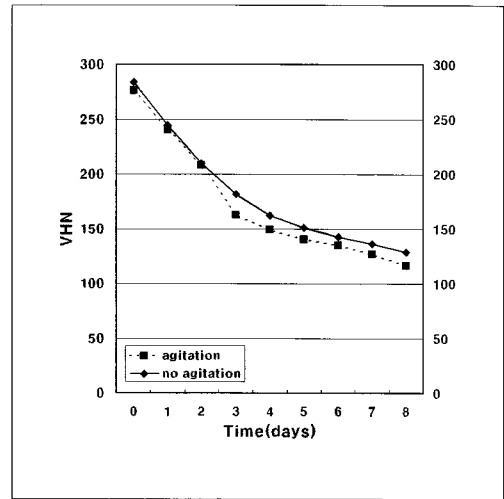
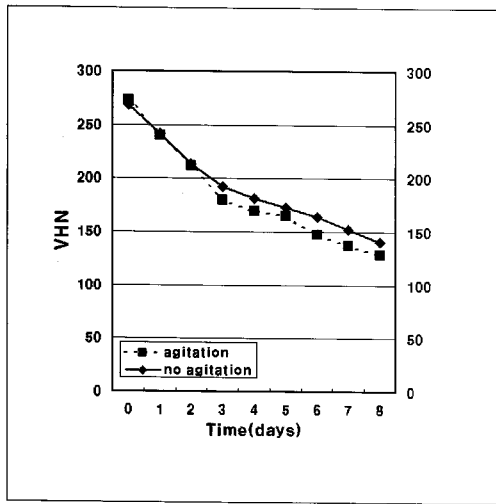


Fig. 3, 4. Microhardness values on the enamel surfaces across low (left) and medium (right) intake with and without agitation.

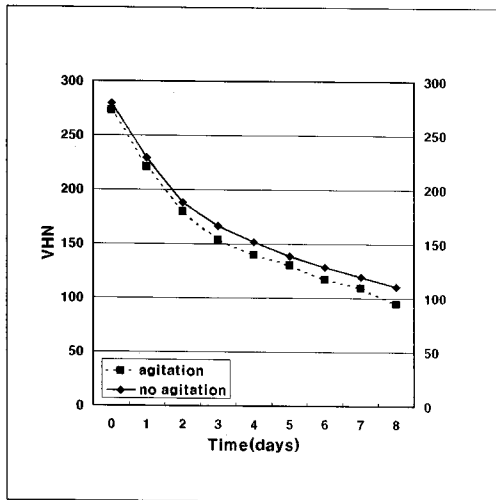


Fig. 5. Microhardness values on the enamel surfaces across high intake with and without agitation.

#### IV. 총괄 및 고찰

치아 침식증은 세균의 활동과 관련이 없는 화학적 과정에 의해 발생하는 치아 경조직의 점진적인 소실로 정의될 수 있다. 이러한 치아 침식증은 교모와 마모 등과 구별되어야 하는데, 교모는 치아들 사이의 접촉에 의해서 발생하는 물리적 현상이며 마모는 비정상적 기계적 작용에 의해 발생하는 병적인 현상이다<sup>7)</sup>. 치아 침식은 특징적으로 양측성으로 여러 치아에 나타나며 대개 탈회과정에 동반되는 백묵화나 거친 표면을 나타내지 않고, 법랑질 표면은 활택하며 그 변연부는 정상 치면에서부터 부드럽게 이행되며 색조변화가 없다<sup>8)</sup>. 또한 치아 침식은 치표이산과 직접 접촉하여 탈회가 일어나며 표층하 병소의 형성 없이

법랑소주 변연부가 연화된다. 따라서 침식은 치아 표면에서 일어나는 현상인데 반하여, 치아 우식은 치태내의 미생물이 생성한 산의 작용으로 표층하에서 탈회가 시작되어 외동이 형성되는 현상이라는 데에 차이가 있다<sup>9,10)</sup>.

요즘 이러한 치아의 침식 현상에 대한 연구가 여러 곳에서 진행 중이며, 특히 치아가 음료와 음식에 의해 침식되는 경향이 새롭게 중요한 관심사로 부각되고 있다. Xhonga와 Valdmanis<sup>8)</sup>는 미국 두 도시에서의 연구 결과, 약 25% 정도의 치아가 침식양상을 보였다고 하였고, Millward 등<sup>11)</sup>은 4~16세 어린이를 대상으로 30%에서 침식에 의한 상아질 노출을 보고하였으며, 영국에서의 보고에 의하면 어린이의 약 25%에서 50%까지 치아 침식이 나타났다고 하였다<sup>12)</sup>. 이들 연구는 측정대상과 방법의 차이 때문에 직접적인 비교는 곤란하나, 치아 침식이 상당히 높은 유병율을 보인다는 사실을 알 수 있으며, 특히 어린이는 산성 음료의 섭취 빈도와 소비량이 많고 법랑질의 구조도 유약한 미성숙 상태이므로 침식경향이 더 강할 것으로 예상할 수 있다<sup>8)</sup>.

법랑질 표면의 탈회와 재광화는 치면에 인접한 주변의 칼슘과 인의 농도, pH 등에 의해 결정되고, 불소도 법랑질 표면에 중요한 역할을 한다<sup>13)</sup>. 법랑질 주위의 산도가 pH 4.5 이하인 상태에서는 치아침식증, pH 4.5~5.5에서는 치아우식증이 일어날 수 있으며, pH 5.5이상에서는 재광화가 일어날 수 있다<sup>14)</sup>. 그리고 West 등<sup>15)</sup>은 온도가 높을수록, 산에 노출되는 시간이 길수록 침식이 증가하며 산의 종류 또한 침식의 정도에 영향을 준다고 하였다.

본 실험에서는 콜라의 주 소비층이 유치열의 어린이들임을 고려하여 대상 치아를 유치로 한정하였다. 그리고 콜라에 담그기 전부터 이미 치면 미세경도에 변이가 심한 시편은 제외하였으며 담근 후의 측정값을 담그기 전의 인접한 곳에서 얻음으로

서 시편 내 변이의 영향을 최소화하여 침식 효과를 비교하고자 하였다.

침식치면의 성상을 관찰하는 데에는 표면미세경도, profilometry, 주사형 전자현미경, 현미방사선, 디지털 영상분석기, 화학적 분석, 요오드 투과도 측정, 원자력현미경 등의 방법들이 사용되어 왔다<sup>16)</sup>. 본 실험에서 사용한 표면미세경도는 초기 병소의 탈회량을 간접적으로 측정하는 방법으로서 표면의 미세 변화를 측정하는데 효과적이며<sup>17)</sup>, Featherstone<sup>12)</sup>은 50  $\mu\text{m}$  이내 깊이에서는 표면미세경도 측정이 충분히 민감하게 반응한다고 하였다.

그리고 연마된 법랑질 표면은 산에 빠르게 과장된 반응을 보이기 때문에 구강 내에서의 유사한 환경에서 최외층의 무소주 법랑질(aprismatic enamel)에 대한 산의 침식 유발도를 평가하기 위해서는 연마되지 않은 법랑질 표면이 필요하다<sup>18)</sup>. 그러나 일부의 표면경도 측정 방법은 연마되지 않은 만곡된 표면에는 적용하기 곤란하기 때문에 평활한 연마표면이 필요하며, 따라서 본 연구에서 나타난 치아 침식은 실제 구강 내 상황보다 다소 과장되게 나타났을 것으로 추정된다.

산성 음료에 의해 침식이 일어난 후에는 치아 우식증의 발생이 증가될 수 있는데<sup>19)</sup>, 그 이유는 산성음료가 우식에 대한 저항이 가장 강한 법랑질의 최외층을 용해시키기 때문이며, 그리고 침식에 의해 표면이 거칠어지면 우식발생의 원인이 되는 치태가 쉽게 침착할 수 있기 때문으로 생각된다<sup>20, 21)</sup>.

이전의 연구들은 산성 음료를 이용하여 지나치게 긴 시간동안 침식을 유발한 경우가 대부분이었기 때문에 현실적인 재현성이 낮았으나 본 연구는 실험실적 연구라는 한계를 가지고 있으나 5분간 침식을 유발시켜 일반적인 실제 음용의 조건을 재현하려 하였다. 뿐만 아니라 콜라의 섭취가 빈번하거나 구강 내에 오래 머무는 습관을 가진 경우에는 치아 침식증의 유발에 기여요인이 될 가능성이 충분할 것으로 사료되어, 헷수에 있어서 다변화를 시도하여 빈도에 따른 치아 침식의 정도도 파악하려 노력하였다.

본 실험에서 콜라의 치아에 대한 영향은 유의할 만큼 컸으며, 특히 음용의 빈도가 증가할수록 치아의 침식현상은 크게 나타났다. 또한 콜라가 탄산음료임을 고려하여 진동을 주어 탄산가스를 인위적으로 증가시킨 결과 그에 따른 침식 현상은 진동을 받지 않은 경우보다 더 심하게 나타났다. 이는 진동의 존재가 음료 내부의 탄산에 영향을 미치고 있음을 의미하며 진동에 의한 탄산가스의 증가는 진동이 없는 상태보다 높은 빈도의 치아 접촉을 초래한다. 더불어 이것은 더 높은 산도와의 접촉을 의미하며 이는 기존의 산성 음료보다 탄산음료의 경우에 치아에 보다 유해한 영향을 미칠 수 있음을 시사한다고 하겠다. 또한 Ireland 등<sup>22)</sup>은 표면 장력과 접촉각의 측정을 이용해 각기 다른 액체의 부착능을 측정할 결과, 콜라의 치면에서의 부착은 타액보다 더 강하게 나타난다고 하였다. 이는 콜라가 타액보다 강력하게 법랑질에 붙어있음을 의미하며 타액에 의해 법랑질 표면으로부터 제거될 수 없음을 의미하므로 탄산을 포함한 음료는 법

랑질에 더 위대한 작용을 한다고 할 수 있다. 특히 콜라와 같이 치면 부착능이 강한 경우에는 타액보다 더 강하게 부착되므로 치아에 더욱 유해하다고 할 수 있다. 또한 탄산을 포함하는 음료가 치면에서 제거되지 않은 채 장시간 존재한다면 치태의 형성을 야기할 수 있을 뿐 아니라 포함된 당분에 의해 치아에 더욱 위대한 작용을 할 것이다. 그러나 초기 타액이 치아에 부착능이 높은 음료를 제거할 수 없더라도 실제 인체에서는 여러 다른 요인들의 작용에 의해 실험의 결과에서 나타난 치아의 침식이 동일하게 나타난다고 할 수는 없는데, 그것은 음료가 치면에 부착하기 전 혹은 후에 타액에 의한 음료의 희석과 그로 인한 부착능의 감소, 그리고 음료의 섭취 전 구강 내 타액에 의한 치아 보호, 동일한 음료를 섭취하더라도 개인의 타액 및 치면 세균막의 산도, 타액의 완충능, 타액 분비율, 음료의 섭취 습관, 입술과 뺨의 움직임, 치아의 형태, 구강위생관리수준 등에 따라 침식의 정도에 차이가 있을 수 있기 때문이다<sup>23)</sup>.

일단 침식이 일어난 후에는 치아가 재광화나 치유에 의해 원래의 상태로 회복되기가 쉽지 않다. 실제로 김<sup>24)</sup>의 연구결과에 따르면, 음료로 30초 동안 양치시킨 후 치아의 산도가 pH 3.3~4.6까지 하강하며, 20~30분의 시간동안 pH 5.7 미만의 상태를 유지하였다. 그리고 콜라에 치아를 5분간 노출한 실험에서, 치아법랑질의 탈회현상이 나타났고 표면미세경도가 무려 31%나 저하되었으며, 이후 시간이 경과함에 따라 재광화 양상이 관찰되었으나 48시간이 경과한 후에도 원래대로 회복되지는 않았다는 연구 결과가 있었다<sup>25)</sup>.

따라서 침식으로부터 치아를 보호하는 예방이 더욱 중요하다고 할 수 있다. 치아 침식을 예방하는 방법 중 가장 확실한 것은 치아와 산의 접촉회회를 차단하는 것이다. 그러나 산의 출처를 파악할 수 없거나 만성 자발성 구토 등의 경우처럼 원인 요소를 피할 수 없는 경우에는 침식을 예방할 수 있는 다른 방법이 강구될 필요가 있다. 이러한 필요성에 의해 침식을 예방하거나 침식된 치아의 재광화를 촉진할 목적으로 타액과 불소와 칼슘의 역할에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔다. Ganss 등<sup>26)</sup>은 실험실에서 집중적으로 불소도포를 하는 경우에 법랑질 침식을 약 20% 감소시킬 수 있으며, 상아질의 다공성과 수분을 함유하는 구조적 특성 때문에 상당량의 불소가 유지되고 시간이 지남에 따라 완충능을 가진 유기층이 형성되어 침식이 크게 억제된다고 하였다. 그리고 NaF와 TiF<sub>4</sub>를 치면에 도포하는 것이 법랑질 침식에 상당한 효과가 있으며 탈회를 억제하는 데에는 NaF보다 TiF<sub>4</sub>가 더 효과적이라는 연구도 있었다<sup>27)</sup>.

Mok 등<sup>28)</sup>은 법랑질 표면을 보호하기 위한 방법으로 레진피막과 불소 varnish가 침식을 줄일 수 있는 유용한 방법이라고 하였으며, APF 젤이 NaF 젤보다 치면 보호효과가 더 높다고 하였다. Amaechi 등<sup>29)</sup>은 오렌지 주스에 자일리톨과 불소를 첨가한 실험에서 양자 모두 법랑질 침식을 억제하는데 유용하다고 하였다.

치면세균막은 타액보다 완충능이 높은 것으로 알려져 있고, 실제로 비세균성 산으로부터 치면을 보호할 수 있다. 치약을 사

용해서 잇솔질을 한다면 치면세균막 뿐 아니라 획득피막까지 소실될 수 있고 이로 인해 치아의 침식에 대한 저항성이 낮아지는 결과를 초래하게 된다<sup>30)</sup>. 또한 타액이 치면의 초기 탈회를 치유할 수 있다고 알려져 있는데, 만일 침식이 일어난 직후에 잇솔질을 한다면 치질의 소실이 비가역적으로 발생한다<sup>31)</sup>.

따라서, 침식의 위험성이 있는 경우에는 마모도가 낮은 치약을 사용하고 산성 음식을 섭취한 직후에는 물로 입을 헹구고 타액에 의한 재광화가 일어날 수 있도록 시간이 경과한 후에 잇솔질을 할 필요가 있으며, 불소가 첨가된 재광화 용액 등을 사용하는 것이 바람직하다. 그리고 산성 음식의 섭취 빈도를 줄이고 구강 내 잔류시간을 줄여야 하며 무설탕 껌을 씹어서 타액 분비를 높이는 것이 침식을 줄이는데 도움이 된다. 그리고 자극에 의해 분비가 촉진된 자극성 타액의 경우에는 pH가 높고 칼슘과 인이 과포화되어 있어 재광화를 촉진하고 법랑질 표면의 치유를 돕는다<sup>32)</sup>.

뿐만 아니라 치아의 침식에 영향을 미치는 식품요인을 조절하기 위해서는 음료에 대해 일반인이 올바른 인식을 가질 수 있고 합리적인 치아관리를 할 수 있도록 다양한 정보를 제공해야 한다. 여기에는 음료를 비롯한 식품의 산도와 당분이 치아에 미치는 영향, 식품별 치아우식 유발지수, 치아손상을 예방하기 위한 주의사항 등에 대한 정보가 해당된다. 그리고 제조사는 음료의 성분 조절을 통해 pH가 높고 침식 유발능이 낮은 음료를 개발하려는 노력을 해야 한다.

### V. 결 론

본 연구는 어린이들이 비교적 일상적으로 쉽게 접하는 탄산음료 중 가장 보편적으로 애용되고 있는 콜라 1 종을 택하여 치면의 노출빈도와 방법에 따른 법랑질의 침식정도를 조사 분석할 목적으로 시행되었다. 탈락 시기의 건전한 유치를 발거하여 두 개의 군, 즉 진동을 받는 군과 그렇지 않은 군으로 나누고, 이 군들을 다시 콜라에의 노출빈도에 따라 3개의 군으로 각각 분리하였다(1일 1회, 5회, 10회 노출).

각 군 시편을 신선한 콜라에 5분씩 노출하였으며 노출 전과 후에 증류수에 1분간 세척하였고 시편의 노출이 이루어지지 않는 시간에는 생리 식염수에 보관한 후, 인공적으로 침식을 유발하여 나타난 양상을 표면미세경도측정법으로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 실험에 사용된 콜라의 산도는 평균 pH 2.5로서 치아 침식증을 유발하기에 충분한 수준이었다.
2. 콜라에 의한 침식유발 후의 법랑질 표면경도는 대조군에 비해 모든 시료에서 감소되었다( $p < 0.05$ ). 침식유발 시간이 길어짐에 따라 법랑질 표면경도는 모든 실험군에서 초기에는 급격히 낮아지다가 이후에는 그 정도가 감소하는 양상을 보였다.
3. 법랑질을 콜라에 노출시킨 빈도가 증가함에 따라 법랑질 표면경도는 감소되었다.

4. 콜라에 진동을 가하여 탄산가스를 증가시킨 결과 법랑질의 표면경도는 진동을 가하지 않은 군에 비해 더 심하게 감소되었다( $p < 0.05$ ).

### 참고문헌

1. Johnson GK, Sivers JE : Attrition, abrasion and erosion : Diagnosis and therapy. Clin Prev Dent, 9:5:12-16, 1987.
2. Ten Bruggen, Cate HJ : Dental erosion in industry. Br J Ind Med, 25:249-266, 1968.
3. Centerwall BS, Armstrong CW, Funkhouser LS, et al. : Erosion of dental enamel among competitive swimmers at a gas-chlorinated swimming pool. Am J Epidemiol, 123:641-647, 1986.
4. Shaw L, Smith A : Erosion in children : An increasing clinical problem? Dent Update, 21:103-106, 1994.
5. 최대영, 신승철 : 우리나라 시판 식음료의 수소이온농도지수 측정실험. 대한구강보건학회지, 20:399-410, 1996.
6. 한국소비자보호원 : 음료, 주의해서 섭취하지 않으면 치아 손상 및 체중증가 우려. 2002년 7월 29일.
7. Prietsch JR, de Souza MA, Gomes AS : Unusual dental erosion caused by a cola drink. J Clin Orthod. Oct:36(10):549-52, 2002.
8. Xhonga FA, Valdmanis S : Geographic comparisons of the incidence of dental erosion : a two centre study. J Oral Rehabil, 10:269-277, 1983.
9. Moss SJ : Dental erosion. Int Dent J, 48:529-539, 1998.
10. Meurman JH, ten Cate JM : Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. Eur J Oral sci, 104:199-206, 1996.
11. Millward A, Shaw L, Smith A : Dental erosion in four-year-old children from differing socioeconomic backgrounds. J Dent Child, 61:263-266, 1994.
12. Featherstone JD : Consensus conference on intra-oral models : Evaluation techniques. J Dent Res, 71:955-956, 1992.
13. Cairns AM, Watson M, Creanor SL, et al. : The pH and titratable acidity of a range of diluting drinks and their potential effect on dental erosion. J Dent, 30:313-317, 2002.
14. Linnett V, Seow WK : Dental erosion in children : A literature review. Pediatr Dent, 23:37-43, 2001.
15. West NX, Hughes JA, Addy M : Erosion of dentine and enamel in vitro by dietary acids : the effect of

- temperature, acid character, concentration and exposure time. *J Oral Rehabil*, 27:875-880, 2000.
16. Ganess C, Klimek J, Schwartz N : A comparative profilometric in vitro study of the susceptibility of polished and natural human enamel and dentine surface to erosive demineralization. *Arch Oral Biol*, 45:897-902, 2000.
  17. Curzon ME, Hefferren JJ : Modern methods for assessing the cariogenic and erosive potential of foods. *Br Dent J*, 191:41-46, 2001.
  18. Edwards M, Creanor SL, Foye RH, et al. : Buffering capacities of soft drinks: the potential influence on dental erosion. *J Oral Rehabil*, 26:923-927, 1999.
  19. McDonald JL JR, Stookey GK : Laboratory studies concerning the effect of acid containing beverages on enamel dissolution and experimental dental caries. *J Dent Res*, 52:211-216, 1973.
  20. Jenkins GN : Enamel protective factors in food. *J Dent Res*, 49:1318-1325, 1970.
  21. White W, Nancolias GH : Quantitative study of enamel dissolution under conditions of controlled hydrodynamics, *J Dent Res*, 56:524-530, 1977.
  22. Ireland AJ, McGuinness N, Sherriff M : An investigation into the ability of soft drinks to adhere to enamel. *Caries Res*, 29:470-476, 1995.
  23. Moss SJ : Dental erosion. *Int Dent J*, 48:529-539, 1998.
  24. 김광수 : 시판음료가 치면세균막 수소이온농도에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, *J Dent College Seoul National Univ* 17, 1993.
  25. 김정옥 : 산성 음료수에 의한 법랑질 침식과 구강내 재경화에 관한 연구, *대한소아치과학회지*, 25:312-322, 1998.
  26. Ganss C, Klimek J, Schaffer U, et al. : Effectiveness of two fluoridation measures on erosion progression in human enamel and dentin in vitro. *Caries Res*, 35:325-330, 2001.
  27. van Rijkom H, Ruben J, Vieira A, et al. : Erosion-inhibiting effect of sodium fluoride and titanium tetrafluoride treatment in vitro. *Eur J Oral Sci*, 111:253-257, 2003.
  28. Mok TB, McIntyre J, Hunt D : Dental erosion: in vitro model of wine assessor's erosion. *Aust Dent J*, 46(4):263-268, 2001.
  29. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM : The influence of xylitol and fluoride on dental erosion in vitro. *Arch Oral Biol*, 43:157-161, 1998.
  30. Rytomaa I, Meurman JH, Koskinen J, et al. : In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs. *Scand J Dent Res*, 96:324-333, 1988.
  31. Kuroiwa M, Kodaka T, Kuroiwa M : Microstructural changes of human enamel surfaces by brushing with and without dentifrice containing abrasive. *Caries Res*, 27:1-8, 1993.
  32. Meurman JH, Frank RM : Scanning electron microscopic study of the effect of salivary pellicle on enamel erosion. *Caries Res*, 25:1-6, 1991.

**Abstract**

**A STUDY ON THE ENAMEL EROSION BY CARBONATED BEVERAGE**

Kyung-Ho Lee, Soo-Jin Park, Tae-Sung Jung, Shin Kim

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University*

Erosion is believed to be the predominant cause of teeth wear in children and young adults, although there will always be a contribution from attrition and abrasion. The pH of cola is known to be low and have, therefore, been implicated in the increasing incidence of erosion.

The aim of present study was to evaluate the effect of cola on the progression of erosive demineralization in human enamel using demineralization model in vitro. Six groups of human enamel slab were immersed(5 min each bath) in fresh cola, with immersions taking place with or without agitation, and under 3 regimes of frequency intake(low intake, 1 immersion/day; medium, 5/day; high, 10/day). Quantitative assessments of surface erosion were done over an 8-day interval using surface microhardness testing.

1. The average pH of cola was 2.5, which was acidic enough to cause tooth erosion.
2. All the enamel specimen exposed to cola showed erosion like lesions and surface hardness decreased in proportion to the length of immersion ( $p < 0.05$ ).
3. The surface hardness of enamel decreased in proportion to the frequency of immersion ( $p < 0.05$ ).
4. Increased degassing from the drink by gitation accelerated the enamel softening compared with those without agitation.

**Key words** : Dental erosion, Cola, Surface microhardness, Carbonate