

오렌지주스의 치아 법랑질 침식효과에 대한 연구

이창윤 · 김 신 · 정태성

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

최근 들어 산성 음료의 소비급증과 함께, 치아 경조직의 손상을 초래하는 양대 질환의 하나인 치아침식증에 대해 관심이 높아지고 있다. 특히 이러한 음료의 주 소비층이 소아청소년이라는 점에서 치아경조직 손실의 우려는 더 커진다. 본 연구는 오렌지 주스에 의한 법랑질의 침식 효과를 분석할 목적으로 현재 시판되는 오렌지 주스 제품 중 산도도가 높은 4종을 선택하여 산도, 완충효과 및 일부 무기성분 농도를 분석하고 이에 의한 법랑질 침식 정도를 표면미세경도 변화로 간접 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 4종의 오렌지 주스 시료의 평균 산도는 pH 4.0 으로서 치아 침식증을 유발하기에 충분한 수준이었으며, 실제로 모든 시료에 의해 법랑질 침식이 유발되었다($p < 0.05$).
2. 법랑질의 침식은 비교적 단시간(10분)안에 유의한 수준으로 일어났다. 오렌지 주스에 10분간 담근 후의 법랑질 미세경도는 담그기 전에 비해, 델몬트 92.8%, 썬키스트 92.7%, 아침에 주스 90.1%, 썬업 88.8% 이었다.
3. 각 오렌지 주스 제품 간의 침식유발 정도에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

주요어 : 치아 침식, 오렌지 주스, 산도, 완충효과, 무기이온

I. 서 론

산에 의한 치아의 파괴는 크게 침식증과 우식증으로 나눌 수 있다. 치아우식증은 세균에 의해 생성된 pH 4.5~5.5의 산에 의해 탈회와 재광화의 균형이 깨어지면서 치아경조직 표면침식방이 탈회되는 현상(subsurface demineralization)이고, 치아 침식증은 이보다 더 산도가 높은 pH 4.5 이하의 산성 환경이나 부식성 화학물질과의 직접적인 접촉에 의해 치아경조직의 최외각 표면에서부터 일어나는 탈회작용이다¹⁾.

치아 침식증은 법랑질 표면의 탈회로 시작되나 마모작용이 더해지면 치아경조직의 손실은 가속화되고 상아질이 노출된 후에는 치질손실이 더욱 심해진다. 이렇게 침식으로 약해진 치아에 교모나 마모가 복합적으로 작용하면 치질의 심각한 손상을

일으킬 수 있다²⁾. 치아 침식증은 부식성 물질인 산과 치아표면의 빈번한 접촉에 의한 현상으로, 접촉 경로에 따라 외인성 요인과 내인성 요인으로 나뉜다³⁾.

외인성 요인으로는 식이요인이 영향을 미치는 경우가 많은데, 과일 등의 산성 음식물 섭취와 산성의 청량음료나 과일주스, 산성 약물 등의 섭취가 대표적인 예이다. 그 외에도 화학공장 등 작업장의 산성 환경에 지속적으로 노출됨으로써 공기 중의 산성 물질이 호흡기를 통해 구강으로 유입되면서 치아 침식을 유발할 수 있고⁴⁾, 염소로 소독된 실내수영장에서 장기간 근무하는 경우에도 침식이 유발되었다는 보고가 있다⁵⁾.

치아침식증의 내인성 요인은 위산이 구강으로 역류하여 침식을 유발하는 것으로 그 원인은 위장관계나 대사성 질환 등이 있으며 이러한 질환들의 유병율은 높지 않으나 위산에 의한 치아의 심각한 손상을 초래할 수 있다⁶⁾.

치아 침식을 유발할 수 있는 위 여러 요인 중에서 최근 들어서는 산성 음료와 음식이 새롭고 중요한 관심사로 부각되고 있다. 서구의 일부 선진국에서 치아 침식에 대한 문제가 대두된 이래 산성 음료의 소비가 계속 증가된다면 치아 침식이 임상적으로 더욱 문제시될 것이라는 주장이 제기되었으나, 다양한 산

교신저자 : 김 신

부산시 서구 아미동 1가 10번지

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 051-240-7449

E-mail : shinkim@pusan.ac.kr

성 음료가 계속 개발되었고 더욱 쉽게 접할 수 있게 됨으로써 그 소비량이 날로 증가하고 있고, 또한 주요 소비층이 소아 및 청소년이라는데 더 큰 문제가 있다⁷⁾.

이런 현상은 우리나라에서도 일어나고 있어 최근 생활수준의 향상에 따른 소비유형의 변화 중 두드러지는 것이 청량음료와 스포츠 음료, 그리고 각종 주스류의 소비가 급증하는 경향이며, 이에 따라 과거에 비해 치아 침식의 위험이 크게 증가하였다고 할 수 있다. 현재 시판중인 대부분의 음료가 산성을 띤다는 사실은 이미 잘 알려져 있으며 국내에서는 최와 신⁸⁾의 연구에서 158종의 각종 시판 식음료의 산도를 측정된 결과 우유류를 제외한 대부분의 음료가 pH 4.0 이하를 보인다는 사실이 확인되었다. 그리고 2000년도에 발표된 소비자보호원의 조사에 따르면 42종 조사대상 음료의 pH는 2.4~6.2 였고 대부분 (90.5%)의 음료가 pH 5.5 미만으로 나타났으며, 평균 pH 3.5 였다. 탄산음료는 1998년도 국민 다소비식품 순위(식품의약품안전청) 중 우유 다음으로 2위를 차지하고 있으며, 과일·채소류음료가 설탕에 이어 4위에 올라있어, 우리의 식생활에서 음료가 차지하는 비중이 상당히 큰 것을 알 수 있다⁹⁾.

이와 같이 각종 산성음료의 공급이 질적으로나 양적으로 팽창하여 이제는 대부분의 사람들이 일상적으로 소비하고 있다. 특히 오렌지 주스는 비타민 C의 공급원이라는 점 이외에도 색상, 향기, 맛에서 여러 과일주스 중 대표적이라 할 수 있으며 그 음용의 빈도가 우려할 수준으로 치아 침식을 촉진할 개연성과 이에 대한 연구의 필요성이 절실하다고 사료되었다. 외국에서는 이미 이러한 음료들에 의한 치아 침식 연구가 상당히 진전되었고 그에 따른 새로운 제품들을 개발하려는 노력이 계속되고 있으나, 국내에서는 이에 대한 연구적 관심이나 산업적인 대응이 크게 부족하다 할 수 있다.

따라서 본 연구는 비교적 일상적으로 접할 수 있는 오렌지 주스 중 선호도가 높은 제품 몇 가지를 선택하여 산성도, 완충능 및 주요 무기성분의 함량을 분석하고 법랑질 시편의 표면미세 경도를 측정하는 방법으로 이들 오렌지 주스가 치아 법랑질의 침식에 미치는 영향에 대해 조사 분석할 목적으로 시행되었다. 그리고 각종 산성 음료의 침식능을 알아보기 위한 이전의 연구들은 산성 음료를 이용하여 지나치게 긴 시간동안 침식을 유발시키는 경우가 대부분이었기 때문에 현실성이 낮았으나 본 연구에서는 10분간 침식을 유발시켜 일반적인 실제 음용의 조건을 재현하려 노력하였다.

II. 연구 재료 및 방법

가. 연구 재료

생리적으로 탈락한지 2주 이내의 40개의 유전치를 선별하여 생리 식염수에 냉장 보관하였으며 육안으로 관찰하여 치아우식, 균열, 파절, 마모 등의 치면의 결함이 있는 것은 제외하였다. 실험에 사용된 오렌지 주스는 시판되고 있는 제품 중 매출

Table 1. Orange juices used in the experiment

Orange juices	manufacturer
Del Monte	Lotte Chilsung Beverage Co.
Sun up	Maeil Milk Co.
Sunkist NFC	Haitai beverage Co.
아침에 주스	Seoul milk Co.

순위가 높고 출고일로부터 일주일 이내의 것 4종을 선택하여 (Table 1), 실험에 투입될 때까지 4℃에서 냉장 보관하였다.

나. 연구 방법

1. 오렌지 주스의 분석

1) 산성도와 완충능(buffering capacity)의 측정
pH 4.0과 7.0의 표준 완충용액으로 전극을 적정하였다. 상온의 오렌지 주스 시료를 개봉하여 50 ml를 비커에 담아 pH를 측정하였다. Edwards 등¹⁰⁾에 의하면 완충능은 산성 음료가 pH의 변화에 대해 저항하는 성질로 정의되며 Larsen과 Nyvad¹¹⁾는 용액의 완충능은 NaOH로 적정을 해서 결정할 수 있다고 설명하였다.

따라서 본 실험에서 완충능은 각 오렌지 주스를 pH 5.5와 7.0까지 변화시키는데 필요한 NaOH의 양으로 정의하였으며, 50 ml의 오렌지 주스에 1M NaOH를 0.5 ml씩 첨가하여 전자교반기로 균일하게 혼합한 후 안정화된 pH의 값을 측정하였으며 이 과정을 혼합용액이 pH 7.0에 도달할 때까지 반복하였다.

2) 칼슘, 인 농도 측정

칼슘 농도는 ICP Atomic Emission Spectrometer(ICP-IRIS, Thermo Jarrel Ash)에서, 인 농도는 Ion Chromatograph(DX-500, DIONEX)에서 정량분석하였다.

2. 법랑질 시편에 대한 침식 유발도 조사

발거된 유전치를 24시간 동안 5% NaOCl 용액에 담근 후 표면 연조직을 제거하고 증류수에서 행렸다. 법랑백악 경계부에서 수평절단하여 치근을 제거하고 40개 유전치의 치관부로부터 4 mm² 이상의 법랑질 절편을 각각 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. 제작된 표본의 법랑질 노출면을 경도측정이 가능하도록 평탄하게 만들기 위해 물을 뿌리면서 법랑질 표면을 #600, #1000 silicon carbide 연마지 및 알루미나 분말로 연마하여 침식 유발을 위한 법랑질 시편을 준비하였다.

시료를 4개 군으로 분리하고 20℃, 50 ml의 각 오렌지 주스에 10분간 담근 침식을 유발하였다. 침식유발 중 일부 성분의 침전을 방지하기 위해 전자교반기로 서서히 교반하였으며, 처

치 후에는 흐르는 증류수로 1분간 세척하고 건조시켜 유기물 침착에 의한 왜곡을 줄이고자 하였다. 그리고 Vicker's diamond indenter가 부착된 미세경도측정기(MVK-H100, Akashi)에서 연마한 법랑질 표면에 수직으로 10초간 300gm의 하중을 가한 후 시편 당 다섯 부위에서 표면미세경도(Vicker's Hardness Number, VHN)를 측정하였다.

3. 통계 처리

각 오렌지 주스에 담그기 전 실험군 간에 유의한 차이가 있는지를 알아보고 담근 후에 그룹 간에 유의한 차이가 있는지를 검정하기 위해 ANOVA분석을 적용하였고 어떤 오렌지 주스들끼리 grouping이 되는지를 살펴보기 위해서 다중비교분석법으로 Duncan 방법을 적용하여 분석하였다. 법랑질 시편을 오렌지 주스에 담그기 전과 담근 후의 법랑질 표면미세경도 변화가 유의한 것인지 검정하기 위해 t-test를 시행하였다.

Ⅲ. 연구성적

1. 오렌지 주스의 분석

1) 산성도와 완충능

실험 대상 오렌지 주스들의 산도는 평균 pH 4.0이었다. 썬키스트 pH 4.07, 썬업 pH 4.0, 델몬트가 pH 3.98, 아침에 주스 pH 3.96의 순으로 나타났다. 완충능의 평균은 pH 5.5에서는 3.35 ml, pH 7.0에서는 4.85 ml였으며, 전반적으로 썬업이 가장 낮았다(Table 2, Fig. 1).

2) 칼슘, 인 농도 측정

썬키스트와 아침에 주스의 칼슘 농도가 높았으며 그 다음으로 델몬트, 썬업의 순이었다. 인 농도는 썬키스트가 가장 높았

으며 그 다음으로 썬업, 델몬트, 아침에 주스의 순이었다.(Table 2).

2. 법랑질 시편에 대한 침식 유발도 측정

시료용액인 오렌지 주스에 담그기 전 법랑질의 표면미세경도는 군 간에 유의한 차이가 없었다($p>0.05$)(Table 3). 오렌지 주스에 10분간 담근 후 법랑질 표면경도는 담그기 전에 비해 모든 군에서 낮아졌으며($p<0.05$), 법랑질 시편을 오렌지 주스에 담그기 전과 담근 후의 표면미세경도와 경도감소율(reduction rate)은 Table 3과 같다. 경도감소율은 노출 전과 노출 후의 표면미세경도 값의 차이를 백분율로 계산하였다.

델몬트와 썬키스트에 의한 경도감소가 각각 7.2와 7.3%로 가장 낮았고, 아침에 주스가 9.3%, 썬업이 11.2%의 순이었다.

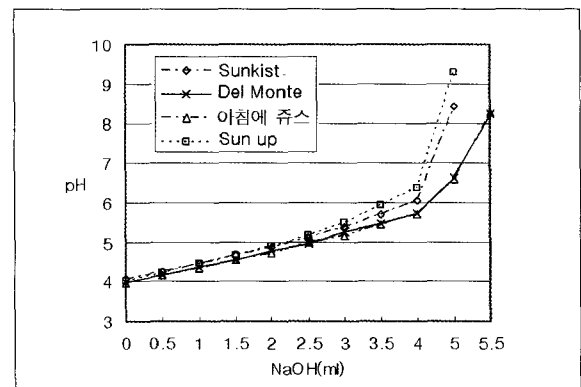


Fig. 1. Base pH value and buffer capacity of orange juice specimens.

Table 2. pH, buffer capacity and concentrations of Ca, P in specimen

	pH	buffer capacity (ml)		concentration (ppm)	
		pH 5.5	pH 7.0	Ca	P
Del Monte	3.98	3.6	5.2	43.82	1524.04
Sun up	4.00	3.0	4.3	43.59	1770.06
Sunkist NFC	4.07	3.2	4.7	50.25	1952.83
아침에 주스	3.96	3.6	5.2	49.84	1360.63
average	4.00	3.35	4.85	46.88	1651.89

Table 3. Enamel surface microhardness(VHN) & reduction rate(%)

Orange juice	before exposure	after exposure	reduction rate(%)
Del Monte	336.10	311.82	7.2
Sun up	339.79	301.90	11.2
Sunkist NFC	337.86	313.19	7.3
아침에 주스	340.05	306.46	9.9

Ⅳ. 총괄 및 고찰

치아 침식증에 의한 치아 경조직의 비가역적인 손상은 이미 오래 전부터 문제로 제기되었다. 국내에서는 직업적인 산 취급 근로자를 대상으로 한 연구가 보고된 바 있으나 지금까지 식이 요인에 의한 치아 침식은 일반적으로 주목을 받지 못 하였으며 우리나라에서는 특히 어린이와 청소년의 치아 침식에 대한 실태 조사와 역학적 조사가 부족하여 최근에서야 조사가 시작되는 수준이다.

그러나 외국에서는 이미 많은 연구가 진행되었으며, 그 중 Millward 등¹²⁾은 4~16세 어린이를 대상으로 30%에서 침식에 의한 상아질 노출을 보고하였으며, 영국의 보고에 의하면 어린이의 약 25%에서 50%까지 치아 침식이 있었다고 하였다¹³⁾.

Xhonga와 Valdmanis¹⁴⁾는 미국 두 도시에서의 연구 결과, 약 25% 정도의 치아가 침식양상을 보였다고 하였다. 이들 연구는 측정 대상과 방법의 차이 때문에 직접적인 비교는 곤란하나, 치아 침식의 유병율이 상당히 높다는 사실을 알 수 있으며, 특히 어린이는 산성 음료의 섭취 빈도와 소비량이 많고, 법랑질의 구조도 유약한 미성숙 상태이므로 침식경향이 더 높다고 할 수 있다¹⁵⁾.

이러한 문제는 우리나라도 예외가 아니어서, 어린이와 청소년의 산성 음료 섭취 실태를 초중고생 600명을 대상으로 소비자보호원이 조사한 2000년 보도자료에 따르면, 평균 주 5회, 1회 평균 425 ml (250 ml 캔 1.7개), 1일 평균 304 ml를 섭취하는 것으로 나타났으며, 이는 일본 청소년(10~20대)의 1일 평균섭취량 200 ml의 1.5배에 달하는 것으로서 우리나라의 청소년이 상대적으로 음료를 더 많이 마시는 것을 알 수 있다⁹⁾.

더욱 심각한 문제는 청소년 3명 중 1명은 음료가 치아손상에 미치는 영향에 대해 잘 알지 못 했고, 음료가 치아손상에 영향을 미친다고 대답한 응답자 가운데 12.0%만 음료 섭취 후 양치질을 하는 것으로 나타나, 치아손상에 대한 인식과 실제 치아관리가 일치하지 않음을 알 수 있다. 이것은 상당수의 청소년들이 일상적으로 음료를 마시면서도 10명 중 1명 정도(11.3 %)만 음료 섭취 후 양치질을 하는 것으로 음료에 대한 인식 및 치아관리가 미흡하다는 사실을 확인할 수 있다⁹⁾.

따라서 본 실험에서는 특히 어린이가 치아관리에 대한 인식이 부족하고 실제로 관리가 미흡할 수 있다는 점을 고려하여 실험 치아를 유치로 한정하였다. 그리고 오렌지 주스에 담그기 전 치면 미세경도에 변이가 심한 시편은 제외하였으며 담근 후의 측정값을 담그기 전의 인접한 곳에서 얻음으로써 시편 내 변이의 영향을 최소화하여 침식 효과를 비교하고자 하였다.

치아 침식의 임상적 양상은 양측성으로 여러 치아에 나타나며 대개 탈회과정에 동반되는 백묵화나 거친 표면을 나타내지 않고, 법랑질 표면은 활택하며 그 변연부는 정상 표면으로 부드럽게 이행되며 색조변화가 없다¹⁶⁾. 마모는 잇솔질과 연관되어 편측의 협측 치경부에 나타나는 것이 일반적이나 침식은 설면과 교합면에 주로 나타난다¹⁵⁾. 그리고 치아 침식은 치아표면이

산과 직접 접촉하여 탈회가 일어나며 표층하 병소의 형성없이 법랑소주 변연부가 연화된다. 따라서 침식은 치아 표면에서 일어나는 현상인데 반해, 치아 우식증은 치태내의 미생물이 생성한 산의 작용으로 표면하방에서 탈회가 시작되어 와동이 형성되는 현상이라는데 차이가 있다^{16,17)}.

법랑질 표면의 탈회와 재광화는 치면에 인접한 주변의 칼슘과 인의 농도, pH 등에 의해 결정되고, 불소도 법랑질 표면에 중요한 역할을 한다¹⁷⁾. 용액에 담긴 고체로부터의 무기이온 용출은 그 용액내의 해당 이온의 농도와 밀접한 관계가 있으므로, 본 연구에서는 칼슘과 인의 농도를 정량분석하였다. 법랑질 주위의 산성도가 pH 4.5 이하인 상태에서는 치아침식증이 일어나고, pH 4.5~5.5에서는 치아우식증이 일어나며, pH 5.5이상에서는 재광화가 일어날 수 있다¹⁾. 같은 이유로 음료에 의한 법랑질 침식에는 음료 내의 칼슘, 인, 불소 등의 무기이온 농도가 중요한 요소이며, 일반적으로 산성 음료들에 있어서 이 이온들의 농도는 낮지만 농도를 높여주면 침식이 억제된다는 사실이 알려져 있다¹¹⁾.

Attin 등¹⁸⁾은 구연산에 무기질을 첨가하여 치아 침식 정도를 비교한 연구에서 구연산에 칼슘, 인 그리고 불소를 첨가한 경우에 침식이 유의할 정도로 감소하였지만 이러한 무기질의 농도가 낮은 경우에는 침식을 억제하는 능력이 상당히 낮아졌다고 하였다. 본 실험에 사용한 오렌지 주스의 평균 산성도가 pH 4.0이었으므로 침식이 유발되기에 충분한 정도였다. 그러나 침식에 영향을 줄 것으로 판단하여 조사하였던 각 오렌지 주스의 완충능과 칼슘, 인 그리고 불소의 농도와 침식의 정도 사이의 상관관계를 판단할 수는 없었으며 이것은 오렌지 주스 내의 유기성분이나 다른 무기성분의 영향과 치아의 산에 대한 감수성과 치아의 화학적 조성이나 형태적 차이 등의 치아 자체의 요인에 기인하는 것으로 추론할 수 있으나¹⁹⁾, 구체적인 판단을 위해서는 이들 요인에 대한 개별적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

산성 음료에 의해 침식이 일어난 후에는 치아 우식증의 발생이 증가될 수 있는데²⁰⁾, 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 때문이다^{21,22)}.

이전의 연구들은 산성 음료를 이용하여 지나치게 긴 시간동안 침식을 유발시키는 경우가 대부분이었기 때문에 현실성이 낮았으나 본 연구는 실험실 연구라는 한계가 있지만 10분간 침식을 유발시켜 일반적인 실제 음용의 조건을 재현하려 하였다.

본 실험의 목적이 현재 시중에서 선호도가 높은 오렌지 주스가 비교적 짧은 시간동안 법랑질에 미치는 영향을 살펴보는 것이었으므로 본 실험에 사용한 4종의 오렌지 주스가 모두 법랑질을 침식시킬 수 있을 정도의 산도를 가지고 있었고, 10분간의 노출로도 유의한 수준의 침식이 일어난다는 사실은 확인할 수 있었다. 특히 오렌지 주스의 섭취가 빈번하거나 구강내에 오래 머무는 습관을 가진 경우에는 치아침식증의 유발에 기여

요인이 될 가능성이 충분한 것으로 사료되었다.

본 실험에서 사용한 표면미세경도는 초기 병소의 탈회량을 간접 측정하는 방법으로서 표면 변화를 측정하는데 효과적이며²⁹⁾, Featherstone²⁴⁾는 50 μm 이내 깊이에서는 표면미세경도 측정이 충분히 민감하게 반응한다고 하였다.

그리고 연마된 법랑질 표면은 산에 빠르고 과장된 반응을 보이기 때문에 구강내에서와 유사한 환경에서 최외층의 무소주 법랑질(aprismatic surface enamel)에 대한 산의 침식 유발도를 평가하기 위해서는 연마되지 않은 법랑질 표면이 필요하다²⁵⁾. 그러나 표면미세경도(SMH)와 일부 측정 방법은 연마되지 않은 만곡된 표면에는 적용하기 곤란하기 때문에 평활한 연마표면이 필요하며, 따라서 본 연구에서 나타난 치아 침식은 실제 구강내 상황보다 다소 과장되게 나타났을 것으로 추정된다.

일단 침식이 일어난 후에는 치아가 재광화나 치유에 의해 원래의 상태로 회복되기가 쉽지 않다. 실제로 김²⁶⁾의 연구결과에 따르면, 음료로 30초 동안 양치 후 치아의 pH가 3.3~4.6까지 내려가며, 20~30분의 시간동안 pH 5.7 미만의 상태를 유지하였다.

그리고 콜라에 치아를 5분간 노출한 실험에서, 치아법랑질의 탈회현상이 나타났으며, 표면미세경도(VHN)가 무려 31%나 저하되었으며, 이후 시간이 경과함에 따라 재광화 양상이 관찰되었으나 48시간이 경과한 후에도 원래대로 회복되지는 않았다는 연구 결과도 있다²⁷⁾.

따라서 침식으로부터 치아를 보호하는 예방이 더욱 중요할 수 있다. 인체에서 침식에 대항하여 치아를 보호하는 일차적인 요소는 타액으로서 타액분비율, 타액완충능, 타액 내의 유기 성분, 무기질 함량 등이 치아침식증의 억제에 영향을 미친다²⁸⁾.

우유나 치즈 등의 유제품은 여러 유기질과 칼슘, 인 등 무기질도 풍부한 식품으로 중요한 인과 칼슘의 섭취원으로 알려진 식품이다. 우유는 산성 환경에 대해 완충작용을 하고 유기질과 무기질이 산의 작용으로부터 법랑질 표면을 보호하고 재광화를 촉진시키는 것으로 알려져 있다^{29,30)}. 유제품이 일반적으로 쉽게 접할 수 있는 훌륭한 영양공급원으로서의 역할 외에 침식으로 손상된 치아의 보호에 효과가 있다는 사실은 주목할 만하다.

치아 침식을 예방하는 방법 중 가장 확실한 것은 산과의 접촉 기회를 감소시키는 것이다. 그러나 산의 출처를 파악할 수 없거나 만성 자발성 구토 등의 경우처럼 원인 요소를 피할 수 없는 경우에는 침식을 예방할 수 있는 다른 방법이 필요하다. 따라서 침식의 위험성이 있는 경우 마모도가 낮은 치약을 사용하고 산성 음식을 섭취한 직후에는 물로 입을 헹구고 타액에 의한 재광화가 일어나도록 시간이 경과한 다음 잇솔질을 할 필요가 있으며, 불소가 첨가된 재광화 용액 등을 사용하는 것이 바람직하다. 그리고 산성 음식의 섭취 빈도를 줄이고 구강내 잔류시간을 줄여야 하며 무설탕 껌을 씹어서 타액분비율을 높이는 것이 침식을 줄이는데 도움이 된다. 그리고 자극에 의해 분비가 촉진된 타액은 pH가 높고 칼슘과 인이 과포화되어 있기 때문에 재광화를 촉진하고 법랑질 표면의 치유를 돕는다³¹⁾.

치아의 침식에 영향을 줄 수 있는 식품요인을 조절하기 위해서는 음료에 대해 일반인이 올바른 인식을 가질 수 있고 합리적인 치아관리를 할 수 있도록 다양한 정보를 제공해야 한다. 여기에는 음료를 비롯한 식품의 산성도와 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.

생체 외에서 이루어지는 모든 실험들이 그러하듯이 구강내의 다양한 조건들을 완벽하게 재현할 수는 없기 때문에 일부 조건에 의해 결론을 추론할 수 밖에 없는 제한을 가지며, 시판되는 모든 음료에 대해 침식정도를 절대적으로 비교하는 것 역시 불가능하므로 본 실험은 일반적으로 선호도가 높은 음료를 선정하였고, 발견된 유전치의 절편을 시료로 사용하여 산성의 오렌지 주스에 의한 법랑질 침식 효과를 입증하고자 하였다.

따라서 실제 구강내에서는 타액이 침식을 억제하는데 중요한 역할을 하기 때문에 침식의 정도가 본 실험의 결과보다 덜할 것이라는 것을 예측할 수 있으며 실제 구강내에서는 침식에 영향을 주는 요소가 다양하며 개인에 따라 산에 대한 감수성에 차이가 있기 때문에 본 실험의 결과를 인체에 그대로 적용할 수는 없다. 이후의 연구에서는 실제 구강내 환경에서도 보다 정확한 측정을 할 수 있고 표준화가 가능한 연구 방법이 필요할 것으로 생각되었다.

V. 결 론

시판중인 오렌지 주스에 의한 법랑질의 침식 효과를 알아보기 위하여 현재 시판되는 제품중 선호도가 높은 4종을 선정하여 산도, 완충효과 및 일부 무기성분 농도를 분석하고 오렌지 주스에 의한 법랑질의 침식 정도를 표면미세경도 변화로 간접 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 4종의 오렌지 주스 시료의 평균 산도는 pH 4.0 으로서 치아 침식증을 유발하기에 충분한 수준이었으며, 실제로 모든 시료에 의해 법랑질 침식이 유발되었다(p<0.05).
2. 법랑질의 침식은 비교적 단시간(10분)안에 유의한 수준으로 일어났다. 오렌지 주스에 10분간 담근 후의 법랑질 미세경도는 담그기 전에 비해, 델몬트 92.8%, 썬키스트 92.7%, 아침에 주스 90.1%, 썬업 88.8% 로 감소되었다.
3. 각 오렌지 주스 제품 간의 침식유발 정도에는 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

참고문헌

1. Thylstrup A, Fejerskov O : Textbook of clinical cariology. 2nd Ed. Munksggard p.231-257, 288-299, 1994.
2. Imfeld T : Dental erosion. Definition, classification

- and links. *Eur J Oral Sci*, 104: 151-155, 1996.
3. J?rvinen VK, Ryt?maa II, Heinonen OP : Risk factors in dental erosion. *J Dent Res*, 70:942-947. 1991.
 4. Ten Bruggen, Cate HJ : Dental erosion in industry. *Br J Ind Med*, 25:249-266, 1968.
 5. Centerwall BS, Armstrong CW, Funkhouser L, et al. : Erosion of dental enamel among competitive swimmers at a gas-chlorinated swimming pool. *Am J Epidemiol*, 123: 641-647, 1986.
 6. Scheutzel P : Etiology of dental erosion-intrinsic factors. *Eur J Oral Sci*, 104:178-190, 1996.
 7. Shaw L, Smith A : Erosion in children : An increasing clinical problem? *Dent Update*, 21:103-106, 1994.
 8. 최대영, 신승철 : 우리나라 시판 식품의 수소이온농도지수 측정실험. *대한구강보건학회지*, 20:399-410, 1996.
 9. 한국소비자보호원 : 음료, 주의해서 섭취하지 않으면 치아 손상 및 체중증가 우려. 2002년 7월 29일.
 10. 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.
 11. Larsen MJ, Nyvad B : Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium phosphate. *Caries Res*, 33:81-87, 1999.
 12. Millward A, Shaw L, Smith AJ, et al. : The distribution and severity of tooth wear and the relationship between erosion and dietary constituents in a group of children. *Int A Pediatr Dent*, 4:151-57, 1994.
 13. Millward A, Shaw L, Smith A : Dental erosion in four-year-old children from differing socioeconomic backgrounds. *J Dent Child*, 61:263-266, 1994.
 14. Xhonga FA, Valdmanis S : Geographic comparisons of the incidence of dental erosion : a two centre study. *J Oral Rehabil*, 10:269-277, 1983.
 15. Asher C, Read MJF : Early enamel erosion in children associated with the excessive consumption of citric acid. *Br Dent J*, 162:384-387, 1987.
 16. Moss SJ : Dental erosion. *Int Dent J*, 48:529-539, 1998.
 17. Meurman JH, ten Cate JM : Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral sci*, 104:199-206, 1996.
 18. Attin T, Meyer K, Hellwig E, et al. : Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. *Arch Oral Biol*, 48:753-759, 2003.
 19. Sharpe AN : Influence of the crystal orientation in human enamel on its reactivity to acid as shown by high resolution microradiography. *Arch Oral Biol*, 12:583-592. 1967.
 20. 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.
 21. Jenkins GN : Enamel protective factors in food. *J Dent Res*, 49:1318-1325, 1970.
 22. White W, Nancolias GH : Quantitative study of enamel dissolution under conditions of controlled hydrodynamics. *J Dent Res*, 56:524-530, 1977.
 23. Curzon ME, Hefferren JJ : Modern methods for assessing the cariogenic and erosive potential of foods. *Br Dent J*, 191:41-46, 2001.
 24. Featherstone JDB : Consensus conference on intra oral models : Evaluation techniques. *J Dent Res*, 71:955-956, 1992.
 25. 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. *Archives of Oral Biology*, 45:897-902, 2000.
 26. 김광수 : 시판음료가 치면세균막 수소이온농도에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. *J Dent College, Seoul National Univ* 17, 1993.
 27. 김정옥 : 산성 음료수에 의한 법랑질 침식과 구강내 재경화에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 25:312-322, 1998.
 28. Sanchez GA, Fernandez De Preliasco MV : Salivary pH changes during soft drinks consumption in children. *Int J Paediatr Dent*. 13:251-257. 2003.
 29. Gedalia I, Dakuar A, Shapira L, et al. : Enamel softening with Coca-Cola and rehardening with milk or saliva. *Am J Dent*, 4:120-122, 1991.
 30. Gedalia I, Ionat-Bendat D, Ben-Mosheh S, et al. : Tooth enamel softening with a cola type drink and rehardening with hard cheese or stimulated saliva in situ. *J Oral Rehabil*, 18:501-506, 1991.
 31. 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 CAUSED BY ORANGE JUICES

Changyun Lee, Shin Kim, Taesung Jung

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

Acidic drink has been known as a cause of tooth erosion. The purpose of this study is to verify the acid levels of orange juices in market and evaluate the erosion effects on the enamel of deciduous teeth by orange juices in relatively short period of time.

With four kinds of orange juice selected from market, pH, buffering capacity and concentration of Ca and P ion were measured. And forty segments of normal enamel of deciduous incisors were divided into four groups and level of erosion was measured by surface hardness test before and after soaking at 50 ml of orange juice for 10 minutes.

The results of this study showed that the average pH of orange juices was 4.0 and this pH value was so acidic as to cause the tooth erosion. There were differences in small quantity for each group of teeth, however, the result was statistically so significant that orange juices can cause enamel erosion in relatively short period of time.

Key words : Dental erosion, Orange juice, pH, Buffer effect, Inorganic ions