

산성 음료에 의한 법랑질의 침식과 인공타액에 의한 재광화

안호영 · 이광희 · 김대업

원광대학교 치과대학 소아치과학교실 · 원광치의학연구소

국문초록

연구 목적은 시중 음료의 산성도를 조사하고 산성 음료가 유치 법랑질의 침식에 미치는 영향 및 침식된 법랑질에 대한 인공 타액과 불소의 재광화 효과를 연구하는 것이었다. 시중의 25 종류의 음료를 표집한 후 pH를 측정하였고, 표면미세경도측정 법으로 유치 법랑질의 침식 및 재광화 실험을 시행하였다. 음료의 pH는 대부분의 음료가 pH 5.5 이하였다. 산성 음료에 의한 유치 법랑질 표면미세경도의 감소율은 차탄산음료의 경우 5분 후가 16.90%, 10분 후가 25.11%, 30분 후가 35.10%, 60분 후가 41.62%이었고, 재광화용액에 담갔을 때 표면미세경도의 회복률은 1시간 후에 61.52%, 24시간 후에 67.96%, 48시간 후에 72.13%, 72시간 후에 75.93%이었다. 결과는 시중 음료의 대부분이 산성 음료이며 치아침식증의 발생은 빠르게 일어나는 반면에 재광화는 상대적으로 느리게 일어난다는 것을 시사하고 있다.

주요어 : 음료, pH, 침식증, 재광화, 미세경도

I. 서 론

치아침식증(dental erosion, 치아부식증)이란 미생물의 개재 없이 내인성 또는 외인성 산의 화학적 작용으로 말미암아 치아 경조직이 비가역적으로 상실되는 것을 말하며, 치아과민증과 교합변형을 일으킬 수 있고 심한 경우에는 치수노출과 농양을 초래할 수 있다.²⁾

치아침식증은 치아표면이 산과 직접 접촉하여 탈회가 일어나는 현상인 데 비해, 치아우식증은 치태 미생물이 생성한 산의 작용으로 표면하 탈회가 시작되어 와동 형성으로 이어지는 과정이라는 점에서 차이가 있다³⁾. 또한, 치아침식증은 대합치와 접촉하지 않는 치면의 마모를 가리키는 것으로서, 치아 대 치아의 마모가 원인인 교모증(attrition)과 구별된다⁴⁾.

어린이의 치아침식증 유병률은 유구치의 30%⁵⁾, 절단면에서 30%, 교합면이나 설면에서 8%⁶⁾, 영구 절치의 절단면과 구개면에서 2%⁷⁾, 유치에서 24%, 영구치에서 2%⁸⁾ 등이며, 침식증에 대한 유치의 감수성에 대하여는 영구치보다 침식이 더 잘되거나⁹⁾ 영구치와 유의한 차이가 없다¹⁰⁻¹²⁾고 보고되었다.

치아침식증의 대표적 원인은 산성 식품으로서, Lussi와 Schaffner¹³⁾은 산성 식품의 섭취가 침식증과 관련된 위험 요인이라고 하였고, O'Sullivan과 Curzon¹⁴⁾은 침식증이 있는 어린이는 산성 음료를 자주 마셨다고 하였으며, Jarvinen 등¹⁵⁾은 매

일 산성 음료를 마시거나 1주일에 한 번 이상 스포츠 음료를 섭취하는 경우에 치아침식증과 강한 연관성이 있었다고 하였고, Moazzez 등¹⁶⁾은 사춘기의 침식증 환자는 대조군에 비해 탄산 음료를 더 많이 마셨다고 하였다.

국내 연구에서, 장¹⁷⁾은 콜라, 사이다, 오렌지 주스에 5분간 담근 후 치아의 미세경도 감소가 있었음을 보고하였고, 김¹⁸⁾은 콜라에 5분간 탈회된 시편을 구강에 노출시켰을 때 48시간 경과 후에도 원래의 경도로 회복되지 못하였다고 하였다.

한편, 타액^{19,20)}, 불소²¹⁻²⁶⁾, 칼슘^{27,28)}, 자일리톨^{29,30)}, 재광화용액^{31,32)}, 불소치약 및 재광화치약³³⁻³⁸⁾, 중탄산염³⁹⁾ 등은 침식증의 발생을 예방하거나 이미 침식증이 발생한 치면을 재광화하는 효과가 있다고 보고되었다.

연구목적은 시중에서 판매되고 있는 음료의 산성도를 조사하고 산성 음료가 유치 법랑질의 침식에 미치는 영향 및 침식된 법랑질에 대한 인공타액과 불소의 재광화 효과를 실험적으로 연구하는 것이었다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 음료의 pH

우리나라 식품공전⁴⁰⁾의 음료 구분 중에서 발효음료류와 분말 음료를 제외하고 과일·채소류음료, 탄산음료류, 두유류, 기타

음료 및 세부 구분에 따라 전북 익산시에서 판매되고 있는 음료들을 표집하여 pH meter(Model 420A, Orion, USA)로 음료의 pH를 측정하였고, 3회 측정된 평균을 측정치로 하였다.

2. 산성 음료에 의한 유치 법랑질의 침식

치아우식증이나 색소, 손상, 부착물이 없는 건전한 순면을 가진 유절치를 생리적 탈락 시기에 발거하여 생리식염수에 넣어 냉장 보관하다가 한 번이 1cm인 정육면체의 레진피에 순면 법랑질이 노출되도록 매몰하였다. 노출된 법랑질을 연마기

(Metaserv grinder-polisher, Buehler, Germany)를 사용하여 연마하였다. 연마기의 Carbamet disk를 300grit에서 1200grit까지 순차적으로 적용하였으며 300 μ m aluminous suspension을 이용하여 최종 연마하였다. 하중 300g을 15초간 부여하는 조건으로 미세경도 측정기(Model MTX-70, Matsuzawa, Japan)를 사용하여 절단면에 근접한 법랑질의 표면미세경도를 Vickers 경도(Vickers Hardness Number, VHN)로 세 군데 측정하여 평균을 내었다.

pH가 4.00 이하로 측정된 음료 중에서 다섯 개를 선정하여, 음료당 6~7개 시편을 담그고 밀폐한 후 5분, 10분, 15분, 30

Table 1. pH of drinks

Classification	Brand name	Manufacturer	pH	Acid added
Fruit · Vegetable				
Fruit juice	Delmont Unsweetened Orange	Lotte	3.73	-
	Sunkist Unsweetened Orange	Haetae	3.75	-
	Eve(Grape)	Lotte	2.41	citric
Vegetable juice	Gaya Danggeun(carrot)	Beomyang	4.18	citric
Mixed juice	Yachae Ya	Oddugi	3.97	lemon
Fruit drink	Momaejon Maesil (Japanese apricot)	Lotte	2.76	-
	Keunjib Daechu(jujube)	Haetae	3.59	citric
	Delmont Hiya Orange	Lotte	3.51	citric,lemon
	Podo Bongbong(grape)	Haetae	2.93	-
Vegetable drink	Gaya Tomato	Beomyang	3.86	citric
Carbonated				
Flavored	Coca-Cola	Coca-Cola	2.58	phosphoric
	Saida	Lotte	2.93	citric
	Healthy Oligo	Hyeondae	3.11	-
Soy milk				
Soy milk	Vegemil B	Jeong	6.75	-
	Samyuk soy milk	Samyuk	6.58	-
Prescribed	Green Tea Vegemil	Jeong	6.72	-
Others				
Blended	Waterjelly(lemon)	Lotte	3.55	lemon
	Sagaksagak Bae(pear)	Lotte	3.73	malic
	Chamjadu(plum)	Haetae	2.33	citric
	Miero Fiber	Hyeondae	3.20	citric
	2% Bujokhalddae	Lotte	3.39	citric
	Hello Paendori Blue	Haetae	2.89	citric
	Neverstop Blue	Haetae	3.01	citric
Extracted	Tea	Haetae	2.96	citric
	Baekseol Urongcha	Jeiljedang	6.57	

분, 1시간, 2시간이 된 시점에 꺼내어 증류수로 세척하고 표면 미세경도를 측정하였으며, 음료는 측정 후 새 것으로 교환하였다. 윈도우용 SPSS 9.0 프로그램을 사용하여 음료간 및 시간대간 평균치 차이의 유의성을 분산분석과 최소유의차검정법으로 분석하였다.

3. 침식된 유치 법랑질의 재광화

침식된 유치 법랑질 시편을 0.05% 불화나트륨이 첨가된 인공타액(탈리바 액, 한림제약, 한국)에 담그고 1시간, 24시간, 48시간, 72시간 후에 위와 동일한 방법으로 표면미세경도를 측정한 다음 위와 동일한 방법으로 시간대간 평균치 차이의 유의성을 분석하였다. 재광화용액은 측정 후 새 것으로 교환하였으며, 인공타액의 성분은 100ml 중 카르복시메칠셀룰로오스나트륨 1g, D-소르비톨 3g, 염화나트륨 84mg, 염화칼륨 120mg,

염화칼슘 15mg, 염화마그네슘 5mg, 인산일수소칼륨 34mg이었다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 음료의 pH (Table 1)

두유류를 제외하고 대부분의 음료가, 일반적으로 법랑질이 탈회되기 시작하는 임계 pH로 간주하는 pH 5.5⁴¹⁾ 이하의 pH를 나타내었으며 pH 3.0 미만의 음료들도 있었다. 음료에 첨가된 것으로 제품에 표기된 산은 구연산이 가장 많았다.

유치 법랑질 침식실험에 사용된 음료는 과실즙스인 이브(포도)(롯데칠성, pH 2.41), 과실음료이며 어린이용 음료인 델몬트히야오렌지(롯데칠성, pH 3.51), 착향탄산음료인 코카콜라(코카콜라, pH 2.58), 혼합음료이며 어린이용 스포츠 음료인

Table 2. Demineralization of primary tooth enamel by acidic drinks

Time (min)		Enamel surface hardness (VHN) & reduction rate (RR, %)				
		Coca-Cola	Grape juice	Orange drink	Sport drink	Acidic tea
0	VHN	284.00 ^a ±5.55	285.72 ^a ±10.42	285.06 ^a ±9.37	284.13 ^a ±10.36	284.13 ^a ±9.88
	RR	16.90 [Ⓢ] ±3.94	4.98 [Ⓢ] ±1.18	3.63 [Ⓢ] ±1.37	2.61 [Ⓢ] ±1.23	0.75 [Ⓢ] ±0.89
5	VHN	236.03 ^b ±12.74	271.48 ^b ±9.93	274.77 ^{ab} ±11.47	276.71 ^{ab} ±10.32	281.96 ^{ab} ±8.36
	RR	25.11 [Ⓢ] ±5.12	9.62 [Ⓢ] ±2.14	8.05 [Ⓢ] ±3.18	5.05 [Ⓢ] ±1.32	2.44 [Ⓢ] ±0.76
10	VHN	212.69 ^c ±14.81	258.25 ^c ±12.07	262.23 ^{bc} ±15.20	269.70 ^{bc} ±7.99	277.17 ^{ab} ±9.12
	RR	28.84 [Ⓢ] ±5.35	12.44 [Ⓢ] ±0.82	10.57 [Ⓢ] ±4.11	9.03 [Ⓢ] ±2.77	4.25 [Ⓢ] ±1.46
15	VHN	201.99 ^c ±14.12	250.18 ^c ±9.42	255.11 ^{cd} ±18.01	258.44 ^c ±11.18	272.00 ^{bc} ±8.33
	RR	35.10 [Ⓢ] ±3.51	18.93 [Ⓢ] ±3.33	14.91 [Ⓢ] ±3.58	13.77 [Ⓢ] ±2.11	7.82 [Ⓢ] ±0.89
30	VHN	184.27 ^d ±9.64	231.50 ^d ±9.77	242.66 ^{de} ±15.31	244.93 ^d ±8.56	261.89 ^d ±8.35
	RR	41.62 [Ⓢ] ±4.79	27.09 [Ⓢ] ±3.95	20.09 [Ⓢ] ±4.43	27.16 [Ⓢ] ±3.27	11.22 [Ⓢ] ±1.60
60	VHN	165.69 ^e ±12.10	208.05 ^e ±7.79	227.96 ^e ±17.57	206.80 ^e ±8.02	252.20 ^d ±8.03
	RR	154.01 ^e ±13.46	187.83 ^f ±7.57	206.26 ^f ±16.11	155.94 ^f ±17.01	217.04 ^e ±17.94
120	VHN	45.71 [Ⓢ] ±5.37	34.16 [Ⓢ] ±4.11	27.71 [Ⓢ] ±3.84	45.00 [Ⓢ] ±6.71	23.67 [Ⓢ] ±4.66

Mean±SD; N = 6(grape juice) or 7(the others)

Values in columns having the same letter^(a) were not significantly different (P>0.05)

Values in rows having the same letter^(Ⓢ) were not significantly different (P>0.05)

Table 3. Remineralization of primary tooth enamel* by fluoridated artificial saliva

Remineralization time (hrs)	Enamel surface hardness (Mean±SD, VHN)	Increase rate (%)	Recovery rate (%)
0	154.01±13.46 [ⓐ]	0	54.29±5.37
1	174.51±15.30 [ⓐ]	13.60± 8.92	61.52±6.14
24	192.81±14.36 [ⓐ]	25.73±11.50	67.96±5.94
48	204.60±16.88 ^{ⓐⓑ}	33.30±11.55	72.13±6.95
72	215.33±17.78 [ⓐ]	40.32±12.36	75.93±7.53
Original hardness	284.00± 5.55 [ⓐ]		100

Mean±SD; N=7

Values in columns having the same letter were not significantly different (P>0.05)

* : Demineralized by Coca-Cola for 120 min.

헬로팬돌이블루(해태음료, pH 2.89), 추출음료인 티(해태음료, pH 2.96)의 다섯 개이었다.

2. 산성 음료에 의한 유치 법랑질의 침식 (Table 2)

표면미세경도의 감소율은 10분과 15분 사이를 제외하고 침식시간이 증가함에 따라 대체로 유의하게 증가하였다. 코카콜라의 경우, 시간에 따른 감소율은 5분 후가 16.90%, 10분 후가 25.11%, 15분 후가 28.84%, 30분 후가 35.10%, 60분 후가 41.62%, 120분 후가 45.71%로서 이 중에서 10분과 15분 사이 및 60분과 120분 사이를 제외하고 시간대간 차이가 유의하였다(P<0.05).

음료간 비교에서, 5분에서 60분까지는 대체로 코카콜라가 감소율이 가장 컸고 그 다음으로 이브(포도), 델몬트허야오렌지, 헬로팬돌이블루가 비슷하였으며 티가 가장 낮았다. 그러나 120분 후에는 헬로팬돌이블루가 코카콜라와, 티가 델몬트허야오렌지와 유의한 차이가 없는 감소율을 나타내었다.

3. 침식된 유치 법랑질의 재광화 (Table 3)

침식이 가장 많이 일어난 코카콜라의 시편들을 재광화용액에 담갔을 때 표면미세경도의 증가율과 침식전 정도에 대한 회복률은 1시간 후에 13.60%와 61.52%, 24시간 후에 25.73%와 67.96%, 48시간 후에 33.30%와 72.13%, 72시간 후에 40.32%와 75.93%이었고, 시간대별 표면미세경도간 차이는 24시간과 48시간 사이 및 48시간과 72시간 사이를 제외하고 각각 유의하였다(P<0.05).

IV. 총괄 및 고찰

우리 나라 식품공전⁴⁰⁾에 따르면 식품은 음료류, 유가공품, 다류, 주류 등 20개 항목으로 구분되며, 음료류는 과거에 청량음료류로 구분하던 것이 명칭이 개정되었으며 과일·채소류음료, 탄산음료류, 두유류, 발효음료류, 분말음료, 기타음료로 세분

다. 과일·채소류음료 중에서 과일즙 또는 채소즙의 함량이 95% 이상인 것은 주스이고 10% 이상인 것은 음료이다.

발효음료류는 유산균수가 1ml당 백만 이상인 음료로서, 유산균수가 1ml당 천만 이상이고 무지유고형분이 3.0% 이상인 유가공품 중의 발효유류와 구별되며, 무균적 탈회인 치아침식증 연구에 적합하지 않고 또 분말음료와 더불어 소비량이 적다고 판단되어, 이 두 음료는 연구재료에서 제외하였다.

Rytomaa 등⁴¹⁾은 법랑질의 용해가 발생하는 임계 pH가 pH 5.5이며 pH 4보다 낮은 산성 식품은 침식증을 일으킬 위험이 높다고 하였고, Gregory-Head와 Curtis⁴²⁾는 구강 pH가 정상치인 6.5로부터 한 단위(pH 1.0)씩 낮아질 때마다 치아의 용해도는 7~8배씩 증가한다고 하였다.

연구대상 음료의 pH는 두유류와 기타음료 중 추출음료인 우롱차가 pH 6.00 이상이었고 과일·채소류음료 중 채소주스인 당근주스가 pH 4.18이었으며 나머지 음료들의 pH는 pH 4.00 미만이었다. 기타음료 중에서 추출음료인 티는 우롱차와 같은 추출음료이나 우롱차와는 달리 pH가 2.96으로 매우 낮았는데 그 이유는 티에 구연산이 첨가되었기 때문이라고 생각되었다.

음료에 가장 많이 첨가된 산은 구연산으로서 구연산은 감귤류의 과실에 함유되어 있는 산이므로 레몬농축즙, 레몬과즙 등으로 표기된 것도 성분은 구연산이라고 할 수 있다. Jarvinen 등⁴³⁾은 스포츠 음료에 신선한 맛을 주기 위해 첨가된 구연산은 pH가 상승한 후에도 법랑질내 칼슘과 착염을 형성하는 효과가 지속되기 때문에 탈회 효과가 예외적으로 커서 침식증을 일으킨다고 하였으며, Kunzel 등⁴³⁾은 침식증의 발생빈도와 감귤류 농장의 인접도간에 정상관성이 있었음을 보고하였다.

산성 음료에 의한 유치 법랑질의 침식은 침식시간이 증가함에 따라 매우 빠르게 진행하였던 것으로 나타났다(Table 2). 코카콜라의 경우, 법랑질 표면미세경도가 5분 후에 16.90%, 10분 후에 25.11%, 30분 후에 35.10%, 120분 후에 45.71%가 감소하였다. 그러나, 재광화용액에서 72시간이 지난 후의 정도는 침식 전 정도의 75.93%에 도달하는 데 그쳤다(Table 3). 이러한 사실은 산성 음료로 말미암은 치아침식증이 빠르게 일어나는 반면에 불소와 타액에 의한 재광화는 상대적으로 느

리게 일어난다는 것을 시사하고 있다.

이 연구는 생체의 연구로서 침식실험에서는 음료의 pH와 침식시간의 공격요인만 적용하였고 재광화실험에서는 타액과 불소의 재광화요인만 적용한 것이나, 구강에서는 많은 요인들이 동시에 상호작용하게 된다. 또한, 음료의 pH가 음료의 침식력을 결정하는 유일한 요인은 아니며 다른 성분들이 복합적으로 작용한다.

Lussi 등⁴⁰⁾은 식품의 침식력이 pH뿐 아니라 인과 불소의 함량 등과 유의한 상관성이 있었다고 하였고, Zero⁴⁵⁾는 치면과 상호작용하는 부분의 수소이온농도가 법랑질 용해와 관련하여 중요하며, 칼슘, 인, 불소 농도와 같은 식품내 다른 성분은 완화 효과가 있고, 산의 종류와 물리적 및 화학적 성질과 같은 요인들은 타액으로 말미암아 산이 구강에서 씻겨지는 속도에 영향을 끼친다고 하였으며, Edwards 등⁴⁶⁾은 완충능(buffering capacities)이 큰 과실주스와 과실탄산음료는 구강 pH의 하강시간이 길어지게 한다고 하였다.

치아침식증을 예방하거나 재광화시키는 요인 중에서 가장 중요한 것은 타액^{19,20)}과 불소²¹⁻²⁶⁾라고 할 수 있다. Amaechi와 Higham²⁰⁾은 치아침식증에 대한 감수성이 개인, 치아, 치면에 따라 다른 이유가 타액의 성분과 흐름이 개인 및 구강내 부위에 따라 다르기 때문이라고 하였으며, 타액은 법랑질의 초기 침식을 재광화할 수 있고 재광화의 정도는 구강내 부위에 따라 다르다고 하였다. 불소의 재광화 효과는 잘 알려져 있다.

그밖에 칼슘^{27,28)}은 정상적인 타액 속에 풍부히 들어 있고, 자일리톨^{29,30)}은 불소와 함께 사용하였을 때 상가적 효과가 있으며, 중탄산염³⁹⁾은 치아에 침투한 산을 중화시키는 효과가 있고, 불소치약과 재광화치약³³⁻³⁸⁾은 불소와 칼슘의 공급을 목적으로 한다.

재광화용액^{31,32)}은 인공타액에 불소를 첨가한 것이라고 할 수 있으며, Amaechi와 Higham³²⁾이 제시한 인공타액 처방은 methyl-p-hydroxybenzoate 2g/liter, sodium carboxymethyl cellulose 10g/liter, KCl 8.38mM, MgCl₂ · 6H₂O 0.29mM, CaCl₂ · 2H₂O 1.13mM, K₂HPO₄ 4.62mM, KH₂PO₄ 2.4mM, 불화물 0.022ppm이었다. 연구에 사용된 인공타액은 구강건조증 환자를 위한 인공타액으로 국내에서 판매되고 있는 제품인 탈리바 액(한림제약, 한국)으로서 성분 조성이 이와 유사하였다.

치아침식증을 예방하기 위하여는 침식증을 일으키는 산성 음료 등의 섭취를 금지하는 것이 원칙일 것이나, 현실적으로는 섭취의 횟수를 가급적 줄여 침식증의 발생을 최소화하고 침식된 치아의 재광화를 촉진하는 것이 필요하다. 우리나라 어린이와 청소년들의 산성 음료 섭취 실태는, 소비자보호원이 초·중·고생 600명을 대상으로 조사한 2000년 보도자료⁴⁷⁾에 따르면, 평균 주 5회, 1회 평균 250ml 캔 1.7개를 마시는 것으로 조사되었다.

산성 음료를 마시는 방법과 관련하여 Edwards 등⁴⁸⁾ 및 Tahmassebi와 Duggal⁴⁹⁾은 빨대를 사용하여 마시되 특히 빨대

를 구강 뒤쪽으로 위치시켜 마시면 침식을 감소시킬 수 있다고 하였다. Millward 등⁵⁰⁾은 산성 음료를 마시는 때와 관련하여 자기 전에 과일주스를 마시는 것이 가장 심한 침식증 증례와 높은 연관성이 있었으며 그것은 타액의 흐름이 가장 적을 때 과일주스의 침식작용이 최대가 됨을 시사한다고 하였다.

일반적으로, 치아우식증의 예방법과 동일하게, 산성 음료를 섭취한 후에 즉시 칫솔질을 하라고 권고하고 있으나, 산으로 말미암아 화학적으로 연화된 법랑질은 칫솔질의 외력에 의해 쉽게 기계적으로 마모될 수 있기 때문에 섭취 직후의 칫솔질은 침식증의 발생을 오히려 가속화할 수 있다. 따라서, Jaeggi와 Lussi⁵⁰⁾는 치아침식증의 발생 위험이 높은 사람은 산성 식품을 섭취한 후 적어도 한 시간이 지난 다음에 칫솔질을 해야 한다고 제안하였다.

구강위생수준이 높은 사람들도 치아침식증이 발견되는 이유에 대하여 Shaw와 Smith⁵¹⁾는 산으로부터 치아를 보호하는 피막(pellicle)이 치약 속의 마모제에 의해 제거되기 때문일 것이라고 하였고, Amaechi 등⁵²⁾은 피막이 치아를 침식증으로부터 보호하는 역할을 하기 때문에 피막의 두께가 치열의 부위에 따라 다른 것이 침식증이 특정 부위에 호발하는 이유가 될 수 있다고 하였으며, Kuroiwa 등⁵³⁾은 식사 전에 칫솔질을 하는 것은 타액에 의해 형성된 피막을 제거하여 식사 중에 법랑질이 산의 공격을 받기 쉽게 만든다고 하였다.

따라서, 산성 음료를 섭취한 후에는 물로 입을 행구어 산성 음료가 남지 않도록 하고 타액에 의한 재광화가 일어나도록 시간을 허용하는 것이 더 낫다고 볼 수 있으며, 적극적으로는 불소용액이나 불소가 첨가된 인공타액과 같은 재광화용액 등을 사용하여 재광화과정을 촉진시키는 것이 바람직하다고 생각된다.

V. 결 론

연구 목적은 시중에서 판매되고 있는 음료의 산성도를 조사하고 산성 음료가 유치 법랑질의 침식에 미치는 영향 및 침식된 법랑질에 대한 인공타액과 불소의 재광화 효과를 실험적으로 연구하는 것이었다. 과실·채소류음료, 탄산음료류, 두유류, 기타음료로 구분하여 시중에서 판매되고 있는 25 종류의 음료를 표집한 후 pH meter로 음료의 pH를 측정하였고, 표면미세경도측정법으로 산성 음료에 의한 유치 법랑질의 침식 및 0.05% 불화나트륨이 첨가된 인공타액을 사용한 침식된 유치 법랑질의 재광화 실험을 시행하였다.

1. 음료의 pH는 두유류와 우통차를 제외한 대부분의 음료가 치아침식증을 일으킬 수 있는 pH를 나타내었다.
2. 산성 음료에 의한 유치 법랑질 표면미세경도의 감소율은 착향탄산음료의 경우 5분 후가 16.90%, 10분 후가 25.11%, 30분 후가 35.10%, 60분 후가 41.62%이었으며, 착향탄산음료의 감소율이 가장 컸고 포도주스, 오렌지음료, 스포츠음료가 비슷하였으며 추출음료가 가장 낮은 경향을 보였다.

3. 착향탄산음료로 침식된 유치 법랑질을 재광화용액에 담갔을 때 표면미세경도의 증가율과 침식전 정도에 대한 회복률은 1시간 후에 13.60%와 61.52%, 24시간 후에 25.73%와 67.96%, 48시간 후에 33.30%와 72.13%, 72시간 후에 40.32%와 75.93%이었다.

이상의 결과는 시중 음료의 대부분이 치아침식증을 일으킬 수 있는 산성 음료이며 산성 음료로 말미암은 치아침식증의 발생은 빠르게 일어나는 반면에 불소와 타액에 의한 재광화는 상대적으로 느리게 일어난다는 것을 시사하고 있다.

참고문헌

1. Linnett V, Kim Seow W : Dental erosion in children: A literature review. *Pediatr Dent* 23:37-43, 2001.
2. Shaw L, O' Sullivan E : Diagnosis and prevention of dental erosion in children. *Int J Paediatr Dent* 10:356-365, 2000.
3. Moss SJ : Dental erosion. *Int Dent J* 48:529-539, 1998.
4. Bartlett D, Phillips K, Smith B : A difference in perspective - the North American and European interpretations of tooth wear. *Int J Prosthodont* 12:401-408, 1999.
5. Millward A, Shaw L, Smith A, et al : The distribution and severity of tooth wear and the relationship between erosion and dietary constituents in a group of children. *Int J Paediatric Dent* 4:152-157, 1994.
6. Milosevic A, Young P, Lennon M : The prevalence of tooth wear in 14-year-old school children in Liverpool. *Comm Dent Health* 11:83-86, 1993.
7. Bartlett D, Coward P, Nikkah C, Wilson R : The prevalence of tooth wear in a cluster sample of adolescent schoolchildren and its relationship with potential explanatory factors. *Brit Dent J* 184:125-129, 1998.
8. O'Brien M : Children's dental health in the UK 1993. Office of population censuses and surveys, London: HMSO, 1994.
9. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM : Factors influencing the development of dental erosion in vitro: enamel type, temperature and exposure time. *J Oral Rehabil* 26:624-630, 1999.
10. Hunter ML, West NX, Hughes JA, et al : Erosion of deciduous and permanent dental hard tissue in the oral environment. *J Dent* 28:257-263, 2000.
11. Hunter ML, West NX, Hughes JA, et al : Relative susceptibility of deciduous and permanent dental

- hard tissues to erosion by a low pH fruit drink in vitro. *J Dent* 28:265-270, 2000.
12. Lussi A, Kohler N, Zero D, Schaffner M, Megert B : A comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an in vitro model. *Eur J Oral Sci* 108:110-114, 2000.
13. Lussi A, Schaffner M : Progression of and risk factors for dental erosion and wedge-shaped defects over a 6-year period. *Caries Res* 34:182-187, 2000.
14. O' Sullivan EA, Curzon ME : A comparison of acidic dietary factors in children with and without dental erosion. *ASDC J Dent Child* 67:186-192, 2000.
15. Jarvinen V, Rytomaa I, Heinonen O : Risk factors in dental erosion. *J Dent Res* 70:942-947, 1991.
16. Moazzez R, Smith BG, Bartlett DW : Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion. *J Dent* 28:395-397, 2000.
17. 장기택 : 수중 음료수의 법랑질과 상아질 침식에 관한 연구. *대한소아치과학회지* 24:719-726, 1997.
18. 김정옥 : 산성 음료수에 의한 법랑질 침식과 구강내 재경화에 관한 연구. *대한소아치과학회지* 25:312-319, 1998.
19. Hannig M, Balz M : Influence of in vivo formed salivary pellicle on enamel erosion. *Caries Res* 33:372-379, 1999.
20. Amaechi BT, Higham SM : Eroded enamel lesion remineralization by saliva as a possible factor in the site-specificity of human dental erosion. *Arch Oral Biol* 46:697-703, 2001.
21. Lussi A, Jaeggi T : The erosive potential of various oral care products compared to foodstuffs and beverages. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 111:274-281, 2001.
22. Bartlett D, Smith B, Wilson R : Comparison of the effect of fluoride and non-fluoride toothpaste on tooth wear in vitro and the influence of enamel fluoride concentration and hardness of enamel. *Br Dent J* 176:346-348, 1994.
23. Sovari R, Meurman J, Alakuijala P, Frank R : Effect of fluoride varnish and solution on enamel erosion in vitro. *Caries Res* 28:227-232, 1994.
24. Teo C, Young W, Daley T, Sauer H : Prior fluoridation in childhood affects dental caries and tooth wear in a south east Queensland population. *Aust Dent J* 42:92-102, 1997.
25. Featherstone JD : Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent*

- Oral Epidemiol 27:31-40, 1999.
26. Takagi S, Liao H, Chow LC : Effect of tooth-bound fluoride on enamel demineralization / remineralization in vitro. *Caries Res* 34:281-288, 2000.
 27. Hughes JA, West NX, Parker DM, et al : Development and evaluation of a low erosive black-currant juice drink. 3. Final drink and concentrate, formulae comparison in situ and overview of the concept. *J Dent* 27:345-350, 1999.
 28. Hughes JA, West NX, Parker DM, et al : Effects of pH and concentration of citric, malic and lactic acids on enamel, in vitro. *J Dent* 28:147-152, 2000.
 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. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM : Caries inhibiting and remineralizing effect of xylitol in vitro. *J Oral Sci* 41:71-76, 1999.
 31. Iijima Y, Takagi O, Ruben J, Arends J : In vitro remineralization of in vivo and in vitro formed enamel lesions. *Caries Res* 33:206-213, 1999.
 32. Amaechi BT, Higham SM : In vitro remineralisation of eroded enamel by saliva. *J Dentistry* 29:371-376, 2001.
 33. Munoz CA, Feller R, Haglund A, et al : Strengthening of tooth enamel by a remineralizing toothpaste after exposure to an acidic soft drink. *J Clin Dent* 10:17-21, 1999.
 34. Biesbrock AR, Faller RV, Bartizek RD, et al : Reversal of incipient and radiographic caries through the use of sodium and stannous fluoride dentifrices in a clinical trial. *J Clin Dent* 9:5-10, 1998.
 35. Kieber CJ, Milleman JL, Davidson KR, et al : Treatment of orthodontic white spot lesions with a remineralizing dentifrices applied by toothbrushing or mouth trays. *J Clin Dent* 10:44-49, 1999.
 36. Thompson A, Grant LP, Tanzer JM : Model for assessment of carious lesion remineralization, and remineralization by a novel toothpaste. *J Clin Dent* 10:34-39, 1999.
 37. Manning RH, Edgar WM : In situ de- and remineralization of enamel in response to sucrose chewing gum with fluoride or non-fluoride dentifrices. *J Dent* 26:665-668, 1998.
 38. Corpron RE, More FG, Clark JW, et al : In vivo remineralization of artificial enamel lesions by a fluoride dentifrice or mouthrinse. *Caries Res* 20:48-55, 1986.
 39. Tanaka K, Iijima Y : Acid resistance of human enamel in vitro after bicarbonate application during remineralization. *J Dentistry* 29:421-426, 2001.
 40. 식품공전, 고시 제 2000-18호. (www.kfda.go.kr/kfda/frameset/foodcode.html)
 41. Rytomaa I, Meurman J, Koskinen Jea : In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs. *Scand J Dent Res* 96:324-333, 1988.
 42. Gregory-Head B, Curtis D : Erosion caused by gastroesophageal reflux: diagnostic considerations. *J Prosthodont* 6:278-285, 1997.
 43. Kunzel W, Cruz MS, Fischer T : Dental erosion in Cuban children associated with excessive consumption of oranges. *Eur J Oral Sci* 108:104-109, 2000.
 44. Lussi A, Jaggi T, Scharer S : The influence of different factors on in vitro enamel erosion. *Caries Res* 27:387-393, 1993.
 45. Zero D : Etiology of dental erosion - extrinsic factors. *Eur J Oral Sci* 104:162-177, 1996.
 46. Edwards M, Creanor SL, Foye RH, Gilmour WH : Buffering capacities of soft drinks: the potential influence on dental erosion. *J Oral Rehabil* 26:923-927, 1999.
 47. 한국소비자보호원 보도자료, 2000. 6. 9. (www.cpb.or.kr)
 48. Edwards M, Ashwood RA, Littlewood SJ, et al : A videofluoroscopic comparison of straw and cup drinking: the potential influence on dental erosion. *Br Dent J* 185:244-249, 1998.
 49. Tahmassebi JF, Duggal MS : The effect of different methods of drinking on the pH of dental plaque in vivo. *Int J Paediatr Dent* 7:249-254, 1997.
 50. Jaeggi T, Lussi A : Toothbrush abrasion of erosively altered enamel after intraoral exposure to saliva: an in situ study. *Caries Res* 33:455-461, 1999.
 51. Shaw L, Smith A : Dental erosion- the problem and some practical solutions. *Brit Dent J* 186:115-118, 1998.
 52. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM, Milosevic A : Thickness of acquired salivary pellicle as a determinant of the sites of dental erosion. *J Dent Res* 78:1821-1828, 1999.
 53. Kuroiwa M, Kodaka T, Kuroiwa M, Abe M : Brushing induced effects with and without a non-fluoride abrasive dentifrice on remineralization of enamel surfaces etched with phosphoric acid. *Caries Res* 28:309-314, 1994.

Abstract

EROSION OF TOOTH ENAMEL BY ACIDIC DRINKS
AND REMINERALIZATION BY ARTIFICIAL SALIVA

Ho-Young Ahn, D.D.S., M.S.D., Kwang-Hee Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Dae-Eup Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,

*Department of Pediatric Dentistry, Wonkwang Dental Research Institute,
College of Dentistry, Wonkwang University*

The purpose of study was to assess the influence of acidic drinks on the erosion of tooth enamel and the effect of fluoridated saliva on the remineralization. Twenty five drinks were sampled. The erosive potential and remineralizing effect were measured by the tooth surface microhardness test. The pH of most drinks were below pH 5.5. Reduction rates of enamel surface hardness by the flavored carbonated drink were 16.90%, 25.11%, 35.10%, and 41.62% after 5, 10, 30, and 60 minutes of demineralization, and recovery rates by remineralizing solution were 61.52%, 67.96%, 72.13%, and 75.93% after 1, 24, 48, and 72 hours of remineralization, respectively. The results suggest that the most drinks in the markets have the potential to erode the teeth and that erosion occurs fast but remineralization proceeds slowly.

Key words : Drink, pH, Erosion, Remineralization, Microhardness