

# 불소를 함유한 pH가 낮은 액상차의 치아 부식 위험도 평가

선수윤<sup>1</sup>, 윤인경<sup>1</sup>, 김지은<sup>1</sup>, 정성숙<sup>1,2</sup>, 최충호<sup>1,2</sup>

전남대학교 치의학전문대학원<sup>1</sup> 예방치과학교실, <sup>2</sup>치의학연구소

## Dental erosive effects of fluoride-containing tea beverages with low pH

Su-Yun Seon<sup>1</sup>, In-Gyeong Yun<sup>1</sup>, Ji-Eun Kim<sup>1</sup>, Seong-Soog Jeong<sup>1,2</sup>, Choong-Ho Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Preventive Dentistry & Public Health Dentistry, <sup>2</sup>Dental Science Research Institute, Chonnam National University School of Dentistry, Gwangju, Korea

**Received:** July 11, 2018  
**Revised:** September 7, 2018  
**Accepted:** October 2, 2018

**Corresponding Author:** Choong-Ho Choi  
Department of Preventive Dentistry  
& Public Health Dentistry, Chonnam  
National University School of Dentistry, 33  
Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186,  
Korea  
Tel: +82-62-530-5839  
Fax: +82-62-530-5810  
E-mail: hochoi@chonnam.ac.kr

**Objective:** This study aimed to investigate the effects of fluoride-containing acidic tea beverages on bovine teeth surfaces.

**Methods:** The pH values and fluoride concentrations of 11 kinds of mineral water and 23 kinds of tea were measured. The fluoride-containing Seopyenje black tea beverages with pH 3.48 were chosen for the experimental group. Distilled water that did not contain fluoride and had the same pH value as that of the Seopyenje black teas served as the positive control. The Jeju Samdasoo mineral waters with neutral pH (pH 7.52) and no fluoride were chosen as the negative control. Bovine teeth in each group were submerged for 10 minutes. Thereafter, surface microhardness of each bovine teeth was measured and the results were analyzed.

**Results:** The pH value range was 6.94-8.09 (mean=7.37±0.08) for the 11 kinds of mineral water and 3.48-6.74 (5.62±0.05) for the 23 tea beverages. Titratable acidity of the Seopyenje black tea beverages was higher than that of the distilled water mixed with citric acid, and the pH was 5.5 and 7.0, respectively. The fluoride content of the 11 kinds of mineral water was 0-1.09 ppm (mean=0.44±0.02 ppm) that of the 23 tea beverages was 0-0.74 ppm (0.64±0.06 ppm). In terms of enamel microhardness reduction of the bovine teeth, the tea beverages had the largest effects. There was no significant difference in microhardness reduction between the tea beverages and distilled water mixed with citric acid ( $P>0.05$ ). Conversely, a significant difference was found between the kinds of mineral water and tea beverages, and also between mineral water and distilled water mixed with citric acid ( $P<0.05$ ).

**Conclusions:** Acidic tea beverages appeared to erode the surfaces of bovine teeth. The amount of fluoride in the tea beverages was not enough to inhibit erosion. Therefore, frequent intakes of acidic tea beverage are likely to increase erosion on the surfaces of bovine teeth, by affecting the enamel microhardness of teeth.

**Key Words:** Dental erosion, Fluoride, Tea beverage

## 서론

최근 건강에 대한 관심이 증가하면서 물 대신 음용할 수 있는 차 음료의 수요가 증가하고 있으며<sup>1)</sup>, 최근 젊은 층의 호응을 얻으며 음료시장에서 활성화되고 있다. 대표적으로 홍차는 동양에서

주로 음용하였는데 16세기 이후 서양에서 인기를 얻으며 현재는 전 세계 차 생산량의 약 70%를 차지할 정도로 어마어마한 양이 소비되고 있다. 이러한 차의 약리효능으로 항산화<sup>2)</sup>, 항고혈당<sup>3)</sup>, 골밀도 증가<sup>4)</sup> 등의 전신 건강 증진 효과가 알려져 있으며, 항우식<sup>5)</sup>, 플라크 침착 억제<sup>6)</sup> 등의 구강 건강 증진 효과도 알려져 있다.

차 음료들은 고형차, 액상차, 침출차 등 다양한 형태로 판매되고 있는데 그 중 액상차는 식물성 원료를 주원료로 하여 추출 등의 방법으로 가공한 것에 식품 또는 식품첨가물을 가한 액상의 기호성 식품을 말하는 것<sup>7)</sup>으로, 갈증 해소나 단순 식음용으로 간편하게 이용할 수 있어 소비자들이 선호함에 따라 생산량도 꾸준히 증가하고 있다<sup>1)</sup>.

2000년 한국소비자원의 음료 안전성 실태조사에 따르면 시판되는 42종의 음료 중 90.5%가 pH 5.5 미만으로 나타났으며, 평균 pH는 3.5로 치아 손상의 우려를 보고하였다<sup>8)</sup>. 이처럼 액상 음료의 경우 맛과 청량감을 살리고 미생물의 증식을 억제하기 위해 여러 첨가물이 가해지며 일반적으로 산성을 띠고 있어, 자주 섭취할 경우 치아 표면의 부식뿐만 아니라 구강 내에 있는 레진 계열 수복 재료도 연화될 가능성이 높다<sup>9)</sup>. 그러나 Lussi 등<sup>10)</sup>과 Mahoney 등<sup>11)</sup>은 음료에 불소가 함유되어 있으면 부식 가능성을 낮춰주어 낮은 pH에 대한 일부 보호 효과를 제공할 수 있음을 설명하였다. 그러나 액상차는 각 제조사가 일괄적으로 제조하여 유통하므로<sup>1)</sup> 우려내는 것에 비해 불소의 농도가 훨씬 낮으며 청량감을 높이기 위해 구연산 및 다양한 첨가물을 함유하여 일반적으로 산성을 띠고 있음에도 구강 내에서 액상차의 영향에 대한 연구가 부족한 실정이다. 그러므로 제조 특성상 pH가 낮지만, 소량의 불소가 들어있는 액상차의 치아 부식 가능성을 연구할 필요가 있다고 생각하였다.

따라서 본 연구는 불소를 함유한 산성의 액상차 음용 시 치아에 미치는 영향을 알아봄으로써 구강건강을 위한 식이상담을 할 때 국내시판 액상차를 구매하는 소비자들에게 올바른 기초정보를 제공하고자 시행하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

국내에서 시판중인 생수 11종과 액상차 23종을 구입하여 pH와 불소함유량을 측정한 뒤 평균 pH와 불소농도를 계산하여 각 음료를 비교하였다. 실험군은 그 중 pH가 낮으면서 불소를 함유한 제품으로 서편제 홍차를 사용하였고, 양성대조군으로는 구연산(Citric acid; Sigma-ALDRICH, USA)을 이용하여 불소를 함유하지 않고 실험군과 같은 산성도를 가진 증류수를 제조하여 사용하였으며, 음성대조군으로는 불소가 검출되지 않은 제주 삼다수를 사용하였다(Table 1).

## 2. 연구방법

### 2.1. 음료의 특성 분석

#### (1) pH 및 적정산도 측정

음료는 동일한 온도조건에서 보관하였고 측정을 위해 6시간 동안 실온에 방치하였다. pH는 표준용액 보정 후 pH meter (920A pH Meter; Thermo Scientific Orion, Fairborn, OH, USA)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 실험군으로 선정된 음료의 pH 5.5와 7.0에 도달할 때까지 첨가된 1 M NaOH의 양으로 측정하였으며 같은 방법으로 3회씩 반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

#### (2) 불소 농도 측정

먼저 이온분석기(Expandable ionAnalyzer EA 940; Orion Research Inc., Boston, MA, USA)를 사용하여 0.1, 1, 10 ppm의 불소표준용액과 TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer; Orion Research Inc., FL, USA) II를 혼합한 용액의 불소 이온 농도를 측정하여 표준 곡선을 그려 유의성을 확인하였다. 그 후에 각 음료 2 ml와 TISAB II용액 2 ml를 혼합하여 이온분석기로 불소 이온 농도를 측정하였다. 각 음료를 3회씩 반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

### 2.2. 시편 제작

#### (1) 시편 제작

건전한 법랑질 표면을 가진 소의 영구절치에서 직경 5 mm의 원통형 법랑질 시편을 취득한 후 아크릴 레진을 이용하여 법랑질 표면이 아크릴 봉의 장축에 직각이 되게 포매하였다. 그 후 60, 240, 600, 1200번 연마지(Carbimet, Buehler, Illinois, USA)를 사용하여 순차적으로 연마하였다.

#### (2) 표면 미세경도 측정

표면 미세경도 측정기(Fm-7; Future-tech Corp, Tokyo, Japan)를 이용하여 완성된 시편의 상, 하, 좌, 우 네 부위를 200 gm 하중으로 10초간 압인하여 압흔의 크기를 Vickers hardness number(이하 VHN)로 측정하였다. 법랑질의 표면 미세경도 평균이 280-320 VHN 범위에 해당하는 시편 30개를 선정하여 각 군당 10개씩 3개의 군으로 분배하였다.

### 2.3. 시편 침지

실험 음료는 사용하기 6시간 전에 실온에 방치한 뒤 사용 직전에 개봉하였고, 각 군별로 준비된 실험음료를 20 ml씩 동일한 용

Table 1. Materials used in the experiment

Group	pH	Fluoride (ppm)	Titratable acidity (ml)		Brand name
			pH 5.5	pH 7.0	
Mineral water (Negative control)	7.52±0.10	-	-	-	Jeju samdasoo
Distilled water mixed with citric acid (Positive control)	3.48±0.00	-	0.03±0.00	0.03±0.00	-
Tea beverage (Experimental group)	3.48±0.02	0.50±0.06	0.28±0.00	0.39±0.00	Seopyeonje hongcha

기에 나누어 10분 동안 침지시킨 후 증류수로 30초 동안 세척하였다.

## 2.4. 실험음료 침지 후 평가

### (1) 표면 미세경도 측정

실험 음료를 10분 동안 침지한 후 표면 미세경도 측정기를 사용하여 음료 침지 전 측정하였던 부위와 인접한 상, 하, 좌, 우 네 부위에서 표면 미세경도를 측정하였다.

## 2.5. 자료 분석

본 연구에 사용된 11종의 생수와 23종의 액상차의 pH와 불소 함량 비교는 Mann-Whitney U test를 사용하여 분석하였다. 범랑질 시편의 음료 침지 전과 후의 표면 미세경도 비교는 Paired t-test를 사용하였고, 군간 표면 미세경도 차이 비교는 One-way ANOVA를 사용하여 분석 후 Tukey test로 사후검정을 하였다. 통계분석은 SPSS (Statistical Packages for Social Science 23.0, Chicago, USA) 통계 프로그램을 이용하였다.

## 연구 성적

### 1. 실험 음료의 pH

본 연구에 사용된 생수 11종과 액상차 23종 중 서편제 홍차의 pH가 가장 낮게 나타났다. pH 4.5 이하의 제품은 서편제 홍차, 홍썬인이었고, pH 4.5-5.5 사이 제품에는 동원 옥수수수염차 순, CJ 컨디션 헛개수, 광동 우영차, 광동 야왕 비수리차, 동서 보리차가 있었으며, 나머지는 pH 5.5 이상이었다. 생수 11종의 pH는 6.94-8.09로 나타났으며 평균 pH는  $7.37 \pm 0.08$ 였다. 또한 액상차 23종의 pH는 3.48-6.74로 나타났으며 평균 pH는  $5.62 \pm 0.05$ 였다 (Table 2, 3, 4).

### 2. 실험 음료의 불소 이온 농도

본 연구에 사용된 생수 11종과 액상차 23종의 불소 이온 농도

**Table 2.** The pH and fluoride concentration of mineral waters

Brand name	Manufacturer	pH	Fluoride (ppm)
Sparkle	Sparkle	$6.94 \pm 0.19$	$0.35 \pm 0.00$
Baeksansu	Nongshim	$6.98 \pm 0.05$	$0.69 \pm 0.08$
ICIS pyeonghwagongwon sanrimsu	Lotte	$6.99 \pm 0.15$	-
Pulmuonesae mmul by nature	Pulmuone	$7.00 \pm 0.06$	$0.11 \pm 0.00$
Malgeun sae mmul	Lotte	$7.00 \pm 0.13$	-
Gangwon pyeongchangsung	Hai-Tai	$7.14 \pm 0.04$	$0.14 \pm 0.02$
Hwio sunsu	Coca-Cola	$7.27 \pm 0.02$	$0.25 \pm 0.02$
Jeju samdasoo	Kwangdong	$7.52 \pm 0.10$	-
ICIS 8.0 (by gyeongsangdo)	Lotte	$8.05 \pm 0.08$	$1.09 \pm 0.00$
ICIS 8.0 (by chungcheongdo)	Lotte	$8.08 \pm 0.02$	-
Baekdusan haneulsaem	Lotte	$8.09 \pm 0.07$	$0.43 \pm 0.04$

Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation.

분석 결과, 생수 11종의 불소함량은 0-1.09 ppm으로 나타났으며 평균 불소 이온 농도는  $0.44 \pm 0.02$  ppm이었다. 또한 액상차의 불소 함량 0-0.74 ppm으로 나타났으며 평균 불소 이온 농도는  $0.64 \pm 0.06$  ppm이었다 (Table 2, 3).

선정된 음료인 서편제 홍차의 불소 함량은  $0.50 \pm 0.06$  ppm으로 나타났으며 음성대조군인 제주 삼다수는 불검출로 나타났다.

## 3. 음료 침지 후 표면 미세경도 변화

시편의 음료 침지 전 표면 미세경도는 292.73-294.12 VHN으로 10분간 음료 침지 전과 후를 비교하였을 때 표면 미세경도는 생수군을 제외한 나머지 두 군에서 유의한 차이를 나타내었다 ( $P < 0.05$ , Table 5).

세 군간의 표면 미세경도 변화값을 비교하였을 때 액상차군이 동일 pH 증류수군보다 높았으며, 생수군에 비해 표면 미세경도차

**Table 3.** The pH and fluoride concentration of tea beverages

Brand name	Manufacturer	pH	Fluoride (ppm)
Seopyeonje hongcha	Boseong	$3.48 \pm 0.02$	$0.50 \pm 0.06$
Hongsseonin	Nonghyup	$4.20 \pm 0.02$	-
Ueongcha	Kwangdong	$4.54 \pm 0.05$	-
Boricha	Dongsuh	$4.99 \pm 0.01$	-
Yawang bisuricha	Kwangdong	$5.35 \pm 0.20$	-
Condition heotgaesu	CJ	$5.41 \pm 0.15$	-
Oksususyeomcha soon	Dongwon	$5.47 \pm 0.07$	-
Heotgaesu	CJ	$5.56 \pm 0.16$	-
Heotgaecha	Kwangdong	$5.67 \pm 0.02$	-
Haneulbori	Woongjin	$5.70 \pm 0.02$	-
Dunggulrecha	Dongsuh	$5.78 \pm 0.02$	-
Bosungnokcha	Boseong	$5.81 \pm 0.06$	$0.68 \pm 0.03$
Hwanggeumbori	Lotte	$5.91 \pm 0.06$	-
Achim heotgae	Lotte	$5.93 \pm 0.11$	-
V line oksususyeomcha	Kwangdong	$5.95 \pm 0.02$	-
Oksususyeomcha	Dongsuh	$6.01 \pm 0.01$	-
Bosungnokcha soon	Dongwon	$6.03 \pm 0.03$	$0.74 \pm 0.09$
Momi malgajineun sigan 17cha	Namyang	$6.03 \pm 0.03$	-
Chogaoul ueongcha	Lotte	$6.08 \pm 0.02$	-
Chahwanokcha	Heysong	$6.11 \pm 0.05$	$0.59 \pm 0.04$
Taeyang-ui matecha	Coca-Cola	$6.28 \pm 0.02$	-
Oksususyeomcha	Lotte	$6.30 \pm 0.04$	-
Seopyeonje oksususyeomcha	Boseong	$6.74 \pm 0.04$	-

Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation.

**Table 4.** The average pH of experiment beverages

Beverage	N	pH (Min-Max)*
Mineral waters	11	$7.37 \pm 0.08$ (6.94-8.09)
Tea beverages	23	$5.62 \pm 0.05$ (3.48-6.74)

Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation.

\* $P < 0.05$ , by Mann-Whitney U test.

Table 5. Difference in surface microhardness after treatment for 10 minutes

Unit: VHN

Group	N	Time		Difference <sup>†</sup>
		Before	After	
Mineral water	10	292.73±13.68	292.63±13.18	-0.96±18.07 <sup>a</sup>
Distilled water mixed with citric acid*	10	294.12±15.31	273.07±13.97	-21.05±15.65 <sup>b</sup>
Tea beverage*	10	293.26±14.38	254.98±13.44	-38.28±15.03 <sup>b</sup>

Values are presented as mean±standard deviation.

\* $P<0.05$ , by Paired t-test.<sup>†</sup> $P<0.05$ , by one-way ANOVA test.<sup>a,b</sup>The same letter indicates no significant difference by Tukey test at  $\alpha=0.05$ .

가 크게 나타났다. 또한, 액상차군과 동일 pH 증류수군 사이에는 유의한 차이가 없었다(Table 5).

## 고 안

지금까지 탄산음료와 과일주스처럼 다양한 첨가물을 함유하며 산성을 띤 음료로 인한 치아 부식 연구들이 많이 진행되어 왔다<sup>12)</sup>. 하지만 액상차는 전 세계적으로 소비자들의 많은 관심을 받고 있음에도 아직까지 치아 부식에 대한 연구가 활발히 이루어지지 않은 상태이다. 이와 동시에 숙취해소음료 등 타 음료처럼 불소를 함유한 음료의 음용 시 치아 부식 억제 효과가 있음이 확인되었으므로<sup>13)</sup> 액상차에 함유된 불소 역시 같은 효과를 가지는지 관찰할 필요가 있다고 생각되었다.

음료에 의한 치아 손상은 이미 오래 전부터 연구되어 왔다. 치아 경조직의 비가역적 손상을 치아 부식증<sup>14)</sup>이라고 하는데 치아 부식증을 유발하는 원인에는 음료에 함유된 산의 종류<sup>15)</sup>, 음료의 pH<sup>16,17)</sup>, 적정산도<sup>18)</sup>, 타액의 pH<sup>17)</sup> 등이 있으며 재광화를 유발하는 요인에는 칼슘과 인의 농도<sup>19)</sup>, 불소의 농도<sup>20-22)</sup> 등이 있다.

본 연구에서 국내 시판 중인 23종 액상차의 pH를 측정하고 결과, 평균 pH는 5.62였다. Linnett와 Seow<sup>23)</sup>는 용액의 pH가 4.5 이하인 경우 치아 부식증의 위험이 있으며 pH가 4.5-5.5인 경우는 치아우식증이, 5.5 이상에서는 재광화가 일어날 수 있다고 하였다. 본 연구에 사용된 홍차 서편제는 pH 3.48로 4.5 이하에 해당하였으며 치아 부식이 일어날 가능성이 높다고 생각되었다.

pH와 더불어 적정산도는 치아 부식에서 pH값만큼 중요한 지표로 여겨져<sup>18)</sup>, 실험음료로 선정된 홍차 서편제와 이를 기준으로 하여 제조한 증류수에 대해 적정산도를 측정하였다. 적정산도 pH 5.5 및 7.0의 측정 결과 서편제 홍차의 적정산도가 더 높게 나타나 동일한 pH값임에도 치아 부식에 더 영향을 주었을 것으로 판단하였다.

또 본 연구에서는 시판 중인 23종 액상차의 불소 농도를 측정하였으며 불검출된 차가 대부분이었으나 4종에서 최소 0.50 ppm, 최대 0.74 ppm으로 나타났고 평균 불소 농도는 0.64 ppm이었다. Larsen과 Richards<sup>22)</sup>는 음료에 불화칼슘이 포화상태일 때 pH 3 이하에서는 불소의 치아 부식 억제 효과를 확인하지 못했지만 pH 3 이상에서는 28%의 억제 효과가 나타났다고 보고하였다. Spen-

cer와 Ellis<sup>20)</sup>의 연구에서는 50 ppm의 불소를 첨가한 자몽 섭취 시 취의 치아 부식이 감소했다고 주장했으며, Sorvari 등<sup>21)</sup>은 쥐 실험에서 15 ppm 불화물의 치아 부식 억제 효과를 보고하였다. 국내 연구에서는 Lee 등<sup>13)</sup>이 4.90 ppm의 불소를 포함한 숙취해소음료의 부식억제 효과를 보고하였다. 따라서 본 실험에서 측정된 서편제 홍차의 불소함유량은 1 ppm이하로 비록 소량이지만 불소의 영향을 기대하며 선정하였고, 이를 더욱 명확하게 하기 위해 불소가 없는 동일 pH의 증류수를 제조하여 비교하였다.

또한, 치아 부식은 산에 노출되는 시간과 산의 종류에도 영향을 받는다. 음료를 한번 섭취할 때마다 구강 내 잔류하는 시간은 1분 미만이며, 섭취 후 30분 동안 pH가 5.7 미만의 상태를 유지하는 점<sup>23)</sup>과 액상차는 주로 물 대신 마시기 위해 구매한다는 점<sup>1)</sup>을 바탕으로 30분보다 짧은 산 노출 시간을 고려하였다. 더불어 4종의 오렌지 주스를 10분간 침지시키는 실험에서 표면 경도가 7.2-11.2% 감소했다는 연구<sup>25)</sup>를 바탕으로 최대노출 시간을 10분으로 결정하였다. 산의 종류에 관한 연구를 살펴보면 음료첨가용 식용산으로는 구연산, 인산, 말레산 등이 가장 많이 사용되며 동일한 pH에서는 구연산이 가장 치아 부식을 잘 일으킨다고 보고되었다<sup>15,26)</sup>. 본 실험에서도 서편제 홍차는 구연산을 함유하고 있어 치아 부식에 영향을 미쳤을 것이라 사료된다.

본 실험 결과로 10분 침지하였을 경우 표면 경도차가 가장 큰 것은 액상차군이었고, 그 다음은 산성의 증류수군, 생수군 순이었다. 동일한 pH를 갖는 액상차군과 증류수군에서는 비슷한 치아 부식 양상을 보이며 통계적으로 유의하지 않는 정도의 차이가 나타났다. 이는 액상차에 함유된 산의 종류와 첨가물에 따른 차이로 판단된다. 단순히 구연산 한 종류만으로 pH를 낮춘 증류수와는 달리 서편제 홍차에는 구연산 외에도 아스코르브산, 구연산나트륨을 함유하고 있고 그 외 첨가물이 있어 치아 부식에 더 위험할 것으로 사료된다. 또한 액상차에 함유되어 치아 부식 억제 효과를 기대했던 불소는 극미량이었어서 Lee 등<sup>13)</sup>의 불소 함유 숙취해소음료 연구와는 달리 큰 작용을 하지 못한 것으로 생각된다.

이러한 결과를 바탕으로 보았을 때 액상차에는 다양한 pH가 존재하지만, 이들 모두 산성이었고 개중에는 낮은 pH로 인해 치아 부식의 위험이 있는 음료도 존재하였다. 따라서 액상차를 음용할 때에는 탄산음료를 섭취할 때와 마찬가지로 치아 부식의 위험을 생각하여 주의가 필요할 것으로 생각되며, 이를 위해 구연산 등의



산 함유 여부를 확인하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

본 연구의 제한점을 살펴보면 첫째, 구강 내 타액을 고려하지 못한 점이다. 구강 내 타액은 자정작용뿐 아니라 재광화에도 큰 역할을 한다고 보고된다. 따라서 구강 내에서 실제로 일어나는 부식 정도는 차이가 있을 것으로 보인다. 둘째, 사람치아 대신 소의 절치를 사용한 실험으로 실제 구강 내 작용과는 차이가 있을 수 있을 것으로 보인다. 연구에 따르면 우치는 사람치아보다 정도가 더 약하고 다공성이라고 보고되었으므로 더 빠른 탈회 양상을 보인다고 하였다<sup>27)</sup>. 셋째, 본 실험은 한 종류의 액상차에 국한되어 진행되었으며 다양한 종류의 액상차를 조사하지 못하였다. 구연산이 포함되어 pH가 낮은 홍차 이외에도 시중에는 산성의 레몬즙이 첨가된 홍차, 반대로 밀크티가 첨가되어 더 높은 pH를 가지는 홍차 제품 등이 판매되고 있으며 차의 형태 또한 다양하여 침출차, 고형차 등으로 소비자들에게 다가가고 있다. 따라서 이러한 부분의 추가적인 연구를 통한 치아 부식 영향을 확인해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

## 결론

본 연구는 시중에서 판매되고 있는 생수와 액상차의 산성도와 불소농도를 측정하고 그에 따른 치아의 정상 법랑질에 미치는 영향을 알아보려 시도하였다. 시판되고 있는 생수 11종과 액상차 23종을 임의로 선택하여 pH와 불소 농도를 측정하였다. 그중에서 pH가 가장 낮으면서 동시에 불소를 함유하는 서편제 홍차를 실험군으로 선정하였고, 불소 함유 음료가 치아에 미치는 영향과의 비교를 위해 서편제 홍차와 동일한 pH를 가지며 불소가 함유되지 않은 증류수를 양성대조군으로 선정하였다. 또한 불소불검출이며 중성의 산성도를 가지는 제주 삼다수를 음성대조군으로 선정하였다. 법랑질 시편의 표면 변화는 각 군당 10개씩 10분간 선정된 음료에 침지한 후 표면 미세경도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 본 연구에서 조사된 생수 11종의 pH는 6.94-8.09로 나타났으며 평균 pH는  $7.37 \pm 0.08$ 였다. 또한 액상차 23종의 pH는 3.48-6.74로 나타났으며 평균 pH는  $5.62 \pm 0.05$ 였다. 본 실험에 사용된 음료인 서편제 홍차의 pH는  $3.48 \pm 0.02$ , 음성대조군인 제주 삼다수의 pH는  $7.52 \pm 0.10$ 이었다.

2. 본 연구에서 조사된 생수 11종과 액상차 23종의 불소 이온 농도 분석 결과, 생수 11종의 불소함량은 0-1.09 ppm으로 나타났으며 평균 불소 이온 농도는  $0.44 \pm 0.02$  ppm으로 분석되었다. 또한 액상차의 불소 함량 0-0.74 ppm으로 나타났으며 평균 불소 이온 농도는  $0.64 \pm 0.06$  ppm으로 분석되었다. 본 실험에 사용된 음료인 서편제 홍차의 불소 함유는  $0.50 \pm 0.06$  ppm, 음성대조군인 제주 삼다수는 불검출이었다.

3. 정상법랑질에서 음료에 10분 침지 후 균간 표면 경도차( $\Delta$  VHN)는 액상차가 가장 크게 나타났고, 산성의 증류수, 생수 순으로 나타났다. 액상차군과 동일 pH 증류수군 간에는 유의한 차이는 없었으나 생수군과 나머지 두 군 간에는 유의한 차이가 있었다 ( $P < 0.05$ ).

위와 같은 결과를 종합해 볼 때 pH가 낮은 액상차는 치면에 부식을 유발할 가능성이 높은 것으로 나타났으며 액상차에 함유된 불소를 통해 부식 억제 효과를 기대했으나 매우 미량의 농도로 별 다른 영향을 주지 못한 것으로 생각되었다.

## References

- Han DH, Lee UJ, Kim DH, Kim MJ, Hwang SJ, Kim JB. Evaluation of fluoride concentration in tea drink and estimation of daily fluoride intake by tea drink in Korea. *J Korean Acad Oral Health* 2010;34:311-317.
- Serafini M, Ghiselli A, Ferro-Luzzi A. In vivo antioxidant effect of green and black tea in man. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:28-32.
- MacKenzie T, Leary L, Brooks WB. The effect of an extract of green and black tea on glucose control in adults with type 2 diabetes mellitus: double-blind randomized study. *Metabolism* 2007;56:1340-1344.
- Shen CL, Chyu MC. Tea flavonoids for bone health: from animals to humans. *J Invest Med* 2016;64:1151-1157.
- Sakanaka S, Shimura N, Aizawa M, Kim M, Yamamoto T. Preventive effect of green tea polyphenols against dental caries in conventional rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 1992;56:592-594.
- Ooshima T, Minami T, Aono W, Tamura Y, Hamada S. Reduction of dental plaque deposition in humans by oolong tea extract. *Caries Res* 1994;28:146-149.
- Ministry of Food and Drug Safety. Food and Food Additives [Internet]. [cited 2018 Jun 14]. Available from: [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_01.jsp](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp)
- Korea Consumer Agency. KCA report [Internet]. [cited 2018 Jun 14]. Available from: [http://www.kca.go.kr/brd/m\\_46/view.do?seq=456&itm\\_seq\\_1=3](http://www.kca.go.kr/brd/m_46/view.do?seq=456&itm_seq_1=3)
- Hamouda IM. Effects of various beverages on hardness, roughness, and solubility of esthetic restorative materials. *J Esthet Restor Dent* 2011;23:315-322.
- Lussi A, Jaeggi T, Schärer S. The influence of different factors on in vitro enamel erosion. *Caries Res* 1993;27:387-393.
- Mahoney E, Beattie J, Swain M, Kilpatrick N. Preliminary in vitro assessment of erosive potential using the ultra-micro-indentation system. *Caries Res* 2003;37:218-224.
- Youn HJ. Surface microhardness changes caused by commercial drinks on sound enamel of bovine teeth [master's thesis]. Gwangju:Chonnam National University;2006. [Korean]
- Lee HJ, Hong SJ, Choi CH. Erosive effect of hangover-curing beverages on enamel surface. *J Korean Acad Oral Health* 2013;37:119-125.
- Eccles J. Tooth surface loss from abrasion, attrition and erosion. *Dent Update* 1982;9:373-381.
- West N, Hughes J, Addy M. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids in vitro. *J Oral Rehabil* 2001;28:860-864.
- Johansson AK, Lingström P, Imfeld T, Birkhed D. Influence of drinking method on tooth-surface pH in relation to dental erosion. *Eur J Oral Sci* 2004;112:484-489.
- Sanchez G, Fernandez De Preliasco M. Salivary pH changes during soft drinks consumption in children. *Int J Paediatr Dent* 2003;13:251-257.
- Grobler SR, Jenkins GN, Kotze D. The effects of the composition and method of drinking of soft drinks on plaque pH. *Br Dent J* 1985;158:293-296.
- Hannig C, Hamkens A, Becker K, Attin R, Attin T. Erosive effects of different acids on bovine enamel: release of calcium and phosphate

- in vitro. Arch Oral Biol 2005;50:541-552.
20. Spencer Jr AJ, Ellis LN. The effect of fluoride and grapefruit juice on the etching of teeth. J Nutr 1950;42:107-115.
  21. Sorvari R, Kiviranta I, Luoma H. Erosive effect of a sport drink mixture with and without addition of fluoride and magnesium on the molar teeth of rats. Eur J Oral Sci 1988;96:226-231.
  22. Larsen M, Richards A. Fluoride is unable to reduce dental erosion from soft drinks. Caries Res. 2002;36:75-80.
  23. Linnett V, Seow WK. Dental erosion in children: a literature review. Pediatr Dent 2001;23:37-43.
  24. Kim GS. An experimental study on the effects of soft drinks on plaque pH [master's thesis]. Seoul:Seoul University;1993. [Korean]
  25. Lee CY, Jung TS, Kim S. A study on the enamel erosion caused by orange juices. J Korean Acad Pediatr Dent 2004;31:617-623.
  26. Meurman JH, Härkönen M, Näveri H, Koskinen J, Torkko H, Rytömaa I, et al. Experimental sports drinks with minimal dental erosion effect. Eur J Oral Sci 1990;98:120-128.
  27. Amaechi B, Higham S, Edgar W, Milosevic A. Thickness of acquired salivary pellicle as a determinant of the sites of dental erosion. J Dent Res 1999;78:1821-1828.