

일부 시판 칼라만시 함유 음료가 치아표면에 미치는 영향

김은경¹, 박해령², 정경이³, 최충호¹, 정성숙¹¹전남대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실, ²광주여자대학교 교양과정부, ³호남대학교 치위생학과

Effects of some commercial calamansi-containing beverages on the enamel surface

Eun-kyoung Kim¹, Hae-Ryoung Park², Kyung-Yi Chung³, Choong-Ho Choi¹, Seong-Soog Jeong¹¹Department of Preventive & Public Health Dentistry, Chonnam National University, ²Department of General Education, Kwangju Women's University, ³Department of Dental Hygiene, Honam University, Gwangju, Korea

Received: November 12, 2019

Revised: December 11, 2019

Accepted: December 19, 2019

Corresponding Author: Seong-Soog Jeong
Department of Preventive & Public Health
Dentistry, Chonnam National University,
33 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju
61186, Korea
Tel: +82-62-530-5834
Fax: +82-62-530-5810
E-mail: ssjeong0@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3025-9331>

Objectives: The aim of this study was to investigate the effects of some commercial calamansi-containing beverages on the sound surface of bovine teeth as well as the dental erosion inhibitory effects of calcium.

Methods: The pH and titratable acidity of six kinds of commercially available calamansi beverages were determined. Further, 3% calcium was added to the calamansi beverage Oranssi in the experimental group to confirm its dental erosion inhibitory effect. Jeju Samdasoo was used in the negative control group and Coca-Cola in the positive control group. After immersing the sound teeth specimens for 10 min, surface microhardness was measured using the Vickers hardness number (VHN), and surface changes in specimens were observed under a scanning electron microscope.

Results: The average pH of the commercial calamansi beverages was 2.54 ± 0.22 . After 10 min of treatment with each experimental beverage, the surface hardness difference (Δ VHN) was highest in the Coca-Cola group (-49.05 ± 12.59), followed by the Oranssi calamansi group (-43.77 ± 13.70), 3% calcium-added Oranssi calamansi group (-2.71 ± 12.58), and Samdasoo group (14.03 ± 20.79). There was no significant difference between the bottled water and calcium-added Oranssi calamansi groups or between the Coca-Cola and Oranssi calamansi groups ($P > 0.05$). However, there was a significant difference in the surface hardness between the bottled water and Coca-Cola groups ($P < 0.05$). On scanning electron microscopy, the Samdasoo group showed a smooth surface without any loss, but Coca-Cola and Oranssi calamansi groups showed a rough surface due to erosion. However, although fine cracks and porosities were seen in the calcium-added Oranssi calamansi group, surfaces in the group were much smoother than those in the Oranssi calamansi group.

Conclusions: Calamansi beverages of low pH may cause corrosion of the tooth surface, and the addition of calcium to the calamansi beverages inhibits demineralization of the tooth surface. Therefore, it is necessary to consider the risk of dental erosion when drinking calamansi beverages of low pH.

Key Words: Beverage, Calamansi, Calcium, Dental erosion

서론

최근 칼라만시, 자몽, 레몬 등 열대과일의 건강 이미지를 가진 음료 판매량이 증가하고 있다¹⁾. 이러한 건강이미지를 가진 음료는 건강 기능성 음료는 아니지만, 일반인에게 다이어트 등 특수한 기능이 있는 것으로 인식되어 선호되기도 한다²⁾.

그 중 칼라만시는 칼라몬딘이라고도 불리며, 감귤류의 한 종류로 감귤의 효능과 유사하며 헤스페리딘, DGPP (3',5'-di-C-β-glucopyranosylphloretin) 등이 함유되어 항산화작용, 항염, 항균성, 색소침착방지, B형 간염억제 등의 효능이 있다고 알려져 있다³⁾.

칼라만시는 농축원액, 분말, 혼합음료, 주류 등 다양한 형태로 제품화되어 판매되고 있다⁴⁾. 특히 음료의 주 소비층인 청소년들도 마트나 편의점에서 칼라만시 음료를 쉽게 구할 수 있고 청소년층에서 많이 애용되고 있다. 그러나 음료의 경우 일반적으로 산성을 띄고 있으며, 산성도가 높을수록 치아 부식을 일으킬 가능성이 높다고 알려져 있다⁵⁾.

치아 부식증은 구강 내 세균과 관계없이 화학적 용해를 통해 치아 경조직이 손실되는 것으로 내인성 및 외인성 요인에 의해 발생한다. 내인성 요인은 구토, 역류성 식도염 등으로 인해 발생되며, 외인성 요인은 산성도가 높은 과일이나 음료 등을 자주 섭취할 때 발생한다⁶⁻⁸⁾.

국내에서 시판되고 있는 일부 음료별 pH를 측정하였을 때 평균 pH는 3.01이었으며, 음료의 산도가 법랑질 표면경도 감소에 영향을 미쳐 치아부식의 위험성이 있다고 하였다⁹⁾.

치아부식에 관한 선행연구로는 Jarvinen 등¹⁰⁾이 어린이와 청소년 치아부식증 발생의 주된 원인이 탄산음료라고 하였으며 Al-Dlaigan 등¹¹⁾ 역시 청소년의 산성음료의 소비가 치아부식증과 관련이 있다고 하였다. 탄산음료나 오렌지 주스 등 pH가 낮은 음료는 치아를 부식시키는 것으로 알려져 있으며¹²⁾, Lee 등¹³⁾의 연구에서 대부분의 숙취해소 음료는 대부분 낮은 pH를 가진 산성음료였고 치아부식을 일으키는 것으로 보고하였다.

국내 시판중인 칼라만시 음료도 pH에 따라 치아부식 유발 가능성이 있을 것으로 생각되나 칼라만시 음료는 최근에 유행하여 이에 대한 국내외 연구가 거의 전무한 상태로 이에 대한 연구가 필요한 실정이다.

따라서 이번 연구는 칼라만시 음료가 치아 표면경도에 미치는 영향에 대해서 평가하고, 칼라만시 음료 섭취로 인한 치아부식을 예방하

기 위해 칼슘을 첨가하여 치아부식억제 효과를 확인하여 칼라만시 음료 섭취시 식이지도를 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구재료

1.1. 실험음료의 선정

국내에서 시판중인 칼라만시함유 음료 중에서 희석하지 않고 바로 음용이 가능한 칼라만시 함유음료 일부를 편의점과 마트에서 구입하였으며, 이들 음료 중 탄산음료 3종과 과채음료 3종 등 6종을 선정하였다(Table 1).

1.2. 법랑질 경도측정을 위한 실험군 선정

산성도와 완충능을 측정한 음료 중에서 산성도가 가장 낮으며 칼라만시가 함유된 탄산음료 1종을 선택하였으며 시판 생수를 음성대조군으로 선정하고 코카콜라를 양성 대조군으로 선정하였다. 그리고 선택된 산성도가 가장 낮은 칼라만시가 함유된 탄산음료인 오랑씨 칼라만시에 3%의 Ca를 첨가하여 실험군으로 선정하였다. 음료는 유효기간이 1년 이상 남은 것을 구입하여 사용하였다(Table 2).

1.3. 시편제작 및 칼슘첨가군 준비

실험에 사용된 소(Bovine teeth)는 시편제작 전까지 에탄올 80% (C₂H₅OH, Merck KGaA, Darmstadt, Germany)에 보관하였으며 육안상 우식소견이 없고 건전한 법랑질 표면을 가진 24-30개월령의 하악 전치에서 직경 5 mm의 원통형 드릴을 사용하여 시편을 채득하고 자가 중합형 acrylic resin을 이용하여 아크릴 봉에 포매한 후 #60,

Table 2. Composition of calamansi beverages used in the experiment

Group	Calamansi added
Jeju SamdaSoo (Negative control)	-
Coca-Cola (Positive control)	-
OranSSI calamansi	1.3% Calamansi puree
3% Ca+OranSSI calamansi	1.3% Calamansi puree

Table 1. Calamansi beverages in this experiment

Classification	Brand name	Manufacturer	Preservative*	Acid added*
Carbonated beverage	Calamansi soda	Bohae Co., Ltd.	Sodium benzoate	-
	Tropalm calamansi	NAMviet Foods & Beverage Co., Ltd.	-	Citric acid
	OranSSI calamansi	Donga-Otsuka Co.	Sodium citrate	Citric acid Lactic acid Ascorbic acid
Green vegetable and fruit beverage	Sweet cafe calamansi	MSC Co.,Ltd.	-	Citric acid Ascorbic acid
	Troeat calamansi	Rita Food & Drink Co., Ltd.	-	-
	Cafe real calamansi aid	Jardin Co., Ltd.	Sodium citrate	Citric acid

*The ingredients are indicated on the product.

#240, #600, #1200번 연마지(Carbimet[®], Buehler, IL, USA)를 사용하여 연마하였다.

연마된 시편은 시편의 상, 하, 좌, 우 4부위를 표면미세경도계(Fm-7, Future-tech Corp., Tokyo, Japan)를 이용하여 200 gf 하중을 10초 동안 압인하였다. Vickers hardness number (이하 VHN)로 법랑질 표면경도가 260-320 VHN 범위를 갖는 시편 48개를 선정하여 각 군당 12개씩 4군으로 배정하였다(Table 2).

실험에 사용한 음료 중 가장 pH가 낮게 측정된 탄산음료인 오란씨 칼라만시음료에 젖산칼슘($C_6H_{10}CaO_6 \cdot 5H_2O$, 308.30 MW, Calcium lactate pentahydrate, Junsei Chemical Co., Ltd., Japan) 농도가 3%가 되도록 준비하였다. 칼슘이 첨가된 음료의 제조는 상온에서 젖산칼슘이 충분히 용해될 수 있도록 교반하였다.

2. 연구방법

2.1. 음료의 산성도 및 완충능 측정

시판 칼라만시 함유음료 6종을 대상으로 음료의 산성도를 측정하기 위해 동일한 온도에서 음료를 6시간 동안 실온에 방치 후 비이커에 20 ml를 분주하였다. pH meter (Thermo Orion 3 Star Benchtop pH meter, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정치를 보정한 후 각 군의 pH를 측정하였다. 같은 방법으로 3회씩 반복 측정하여 평균값을 산출하였다. 완충능을 측정하기 위해 음료를 6시간 동안 실온에 방치 후 비이커에 20 ml를 분주하여 pH meter의 표준 용액을 사용하여 측정값을 보정한 후 음료의 pH를 측정하였다. 그 후 20 ml의 음료에 1M NaOH를 0.1 ml씩 첨가하여 전자교반기로 균일하게 혼합한 후 pH값을 측정하였으며 음료의 pH가 5.5와 7.0으로 변하는 NaOH양을 측정하였다. 같은 방법으로 3회씩 측정

하여 평균값을 산출하였다.

2.2. 법랑질 시편의 음료처리 및 표면경도측정

음료는 20 ml씩 동일 용기에 분주하여 사용하였고 시편은 10분 동안 음료에 처리하였다. 음료는 법랑질 시편에 침지하기 직전에 개봉하였고 동일한 pH를 유지하는 것을 사용하기 위해 사용 직전 pH를 측정하여 사용하였다. 음료에 처리된 시편은 10분 경과된 때 회수한 시편을 증류수로 1분간 세척 후 표면경도기를 사용하여 처리 전 표면경도를 측정하였던 부위와 인접한 4부위에서 표면경도를 측정하였다.

2.3. 음료처리 후 법랑질 SEM 분석

SEM 분석을 위해 시편을 접착테이프를 이용하여 시료대 위에 고정하였고, 스퍼터링장치(108auto, JEOL, Tokyo, Japan)를 이용하여 진공상태에서 60초 동안 2회 백금으로 피복시킨 후 주사전자현미경(JSM-7500F, JEOL, Tokyo, Japan)을 이용하여 15 kV에서 10,000배와 50,000배의 비율에서 법랑질 표면을 관찰하였다.

2.4. 통계 분석

법랑질 시편을 음료에 침지하기 전과 후의 법랑질 표면경도를 비교하기 위해 대응표본 T 검정을 한 후, 각 군간 음료 처리 전과 처리 후의 표면 미세경도 차이를 비교하기 위해 일원배치 분산 분석을 사용하였고 Tukey test로 사후분석을 하였다. 통계분석은 IBM SPSS Statistics 23.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 통계프로그램을 사용하였으며, 유의수준은 0.05를 고려하였다.

Table 3. The pH & buffer capacity of calamansi beverages

Classification	Brand name	pH	Buffer capacity (ml)	
			pH 5.5	pH 7.0
Carbonated beverage	Calamansi soda	2.41±0.00	0.60±0.00	1.00±0.00
	Tropalm calamansi	2.66±0.02	1.00±0.00	1.30±0.00
	Oranssi calamansi	2.29±0.01	1.40±0.00	1.90±0.00
Green vegetable and fruit beverage	Sweet cafe calamansi	2.51±0.03	1.60±0.00	2.00±0.00
	Troeat calamansi	2.92±0.00	1.20±0.00	1.60±0.00
	Cafe real calamansi aid	2.48±0.00	1.50±0.00	1.90±0.00

All values are mean ± standard deviation.

Table 4. Surface microhardness changes before and after treatment by experimented group

Group	Treatment		ΔVHN [†]
	Before (0 min)	After (10 min)	
Jeju SamdaSoo	287.37±11.04	294.06±15.39	6.69±22.05 ^a
Coca-Cola	287.87±12.73	238.81±3.47*	-49.05±12.59 ^b
Oranssi calamansi	287.45±10.74	243.74±9.42*	-43.71±13.73 ^b
3% Ca+Oranssi calamansi	287.77±10.53	285.06±8.02	-2.71±12.58 ^a

Values are mean ± SD. N=12.

*P<0.05, by paired t-test; [†]P<0.05, by one-way ANOVA; ^{a,b}The same letter indicates no significant difference by Tukey test at α=0.05.

연구 성적

1. 산성도와 완충능

실험에 사용된 6종의 칼라만시 함유 음료의 산성도는 pH 2.29-2.92으로 나타났다. 평균 pH는 2.54 ± 0.22 이었으며 탄산음료에서는 오란씨 칼라만시에서 2.29 ± 0.01 로 가장 낮았고, 과채음료는 트로잇 칼라만시가 pH 2.92 ± 0.00 로 가장 높았다(Table 3). 완충능은 pH 5.5에서는 1.22 ± 0.37 ml, pH 7.0에서는 1.62 ± 0.39 ml이었으며 탄산음료인 칼라만시 소다가 0.60 ± 0.00 ml로 가장 낮은 완충능을 보였고 Oranssi Calamansi는 pH 5.5에서는 1.40 ml로 나타났다. pH 7.0에서도 탄산음료인 칼라만시 소다가 1.00 ± 0.00 ml로 가장 낮았고 과채음료인 스위트까페 칼라만시가 2.00 ± 0.00 ml로 완충능이 가장 높았다(Table 3).

2. 음료의 처리전과 10분 후 표면경도변화

법랑질 시편의 음료침지 전 표면경도는 287.37 ± 11.04 - 287.87 ± 12.73 VHN으로 각 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($P > 0.05$, Table 4). 각 군간 비교에서는 음료침지 10분 경과 후 측정된 표면경도 값은 생수군인 제주 삼다수군이 14.03 ± 20.79 ΔVHN,

칼슘을 첨가한 오란씨 칼라만시군이 -2.71 ± 12.58 ΔVHN을 나타내 통계적으로 두 군간 유의미한 차이를 나타내지 않았다($P > 0.05$).

오란씨 칼라만시군이 -43.71 ± 13.73 ΔVHN, 콜라군이 -49.05 ± 12.59 ΔVHN을 나타냈다. 생수군과 칼슘군과의 비교에서 음료에 10분 침지 후 법랑질 표면경도는 콜라군과 탄산음료인 오란씨 칼라만시군에서 통계적으로 유의하게 감소하였다($P < 0.05$, Table 4).

3. 음료처리 후 SEM에 의한 법랑질 표면 관찰 결과

주사전자현미경으로 법랑질 표면을 관찰한 결과를 살펴보면 생수군인 삼다수군에서는 손실된 곳이 없이 매끈한 표면을 나타냈다. 콜라군에서는 침식으로 인해 거친 표면을 보였으며 탄산음료인 오란씨 칼라만시군에서 결정들이 심하게 붕괴되는 양상을 보였고 이러한 표면 손상은 콜라군과 거의 유사한 분열 양상을 나타냈다.

3%의 칼슘을 첨가한 탄산음료인 오란씨 칼라만시군에서는 결정들 사이에 미세한 균열과 다공성이 관찰되었으나 칼슘을 첨가하지 않는 오란씨 칼라만시군과 비교할 때 표면이 매끄러워 칼슘의 효과가 나타난 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1).

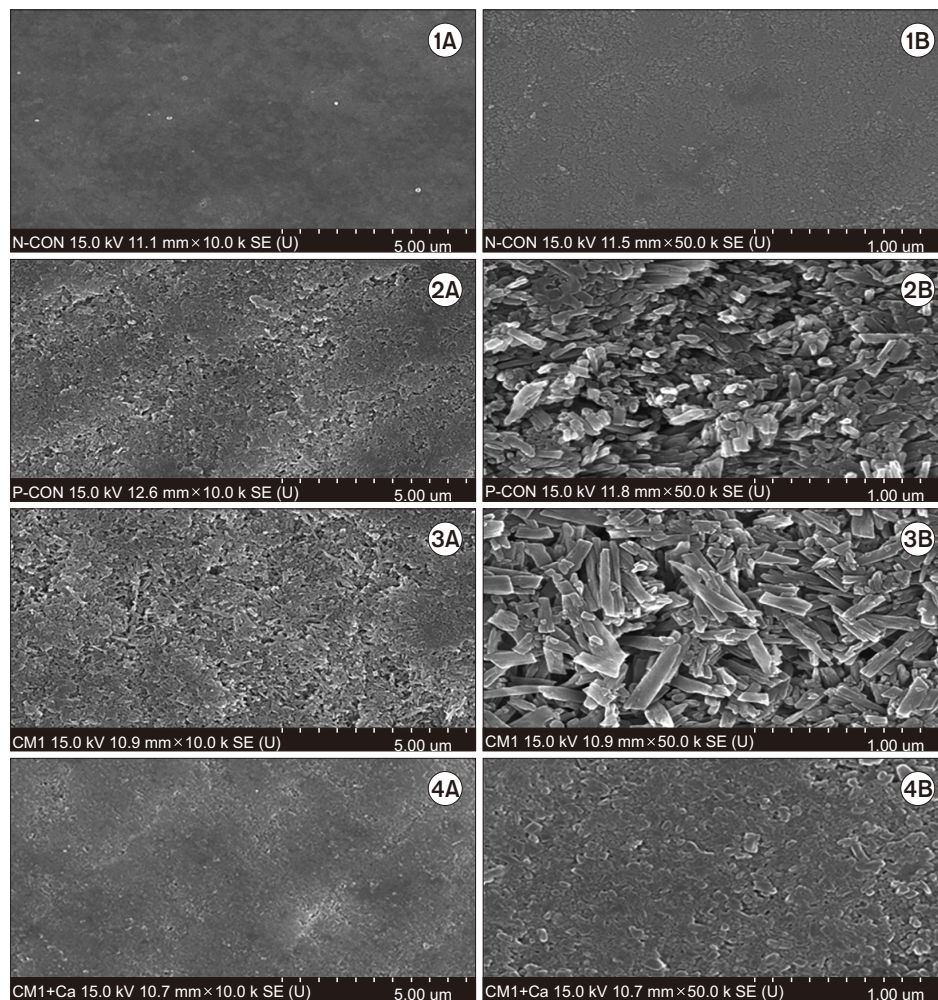


Fig. 1. SEM images of enamel surface after treatment by beverages on enamel (1: Jeju SamdaSoo, 2: Coca-Cola, 3: Oranssi calamansi, 4: 3% Ca plus Oranssi calamansi, A: $\times 10,000$, B: $\times 50,000$).

고 안

최근 건강에 대한 관심과 함께 모든 식생활에서도 많은 변화가 있으며 음료시장에서도 건강 재료를 이용한 다양한 음료들이 출시되었다¹⁴⁾. 그중 칼라만시 음료는 2017년 큰 인기를 끌었고 다양한 식품에 첨가되어 소비자들의 많은 관심을 받고 있음에도 칼라만시에 대한 연구는 거의 이루어지지 않은 상태이다.

이번 연구에서는 일부 시판중인 6종의 칼라만시 음료의 pH를 측정하였으며, 평균 pH는 2.28-2.93으로 조사되었다. 국내 시판 식음료의 pH를 측정된 Choi와 Shin의 연구⁵⁾에서 과즙 음료의 평균 pH 3.29, 탄산음료의 평균 pH는 2.96이고 이온 음료의 평균 pH는 3.15로 대부분의 음료가 산성을 띄는 것을 보고하였다.

이 연구의 결과 칼라만시 음료의 산성도는 상기 국내 시판 식음료의 평균보다 더 낮은 것으로 확인되었다. 이는 칼라만시의 특성상 신맛이 강하고 과일 자체의 산성도가 낮기 때문이라고 추정된다. Linnett와 Seow¹⁵⁾은 용액의 pH가 4.5 이하인 경우 탄산음료나 오렌지 주스 등 pH가 낮은 음료는 치아를 부식시키는 것으로 알려져 있다. 따라서 pH 3.0 이하인 칼라만시 음료 역시 치아표면에 부식을 일으킬 가능성이 있을 것으로 생각된다.

이번 연구에서 음료를 섭취하는 것은 갈증 해소와 졸음방지 등으로 대부분 10분 이내에 마시는 것을 감안하여 10분 동안 침지시켰다. 음료 처리 전과 10분 처리 후 표면경도 값을 비교하였을 때 양성대조군인 코카콜라군과 오란씨 칼라만시군이 음성대조군과 3% 오란씨 칼라만시군에 비해 유의하게 낮은 경도 값을 나타내었다.

이러한 결과는 pH가 낮은 오란씨 칼라만시군에서 발생하는 탈회 현상이 3%의 칼슘을 첨가하였을 때 억제된 것으로 보여지며 이러한 결과는 Attin 등¹⁶⁾의 연구결과와 유사하게 나타나 음료에 포함되어 있는 칼슘이 치아부식의 위험을 낮추는데 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. Grenby¹⁷⁾의 연구에서도 산성성분이 함유된 음식으로 인한 부식증의 위험을 줄이기 위해 칼슘이 도움이 된다고 하였다. 따라서 칼라만시 음료 제조시 음료에 칼슘을 적정농도 첨가하는 방법을 생각해 볼 필요가 있다고 생각된다.

이외에도 산성음료의 치아부식능 억제를 위해 음료에 특정 성분을 첨가하는 등 여러 방법이 연구되어 왔으며, 탄산음료와 오렌지주스, 스포츠음료, 숙취해소음료 등에 칼슘, 불화물, casein phosphopeptide-amorphous calcium (CPP-ACP), 자일리톨 등을 첨가하여 부식억제효과를 보고하였다¹⁸⁻²²⁾. 따라서 칼라만시음료에 칼슘뿐 아니라 불소, CPP-ACP, 자일리톨 등을 첨가해 보는 연구도 해볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

주사전자현미경(SEM)으로 법랑질 표면을 관찰한 결과를 살펴보면 생수군인 삼다수군에서는 손실된 곳이 없이 매끈한 표면을 나타내고 있으나 콜라군에서는 침식으로 인해 거친 표면을 보였으며 오란씨 칼라만시군에서 결정들 사이에 균열이 보이고 거친 표면이 나타났다. 이는 칼슘이 첨가되지 않은 음료에서는 천연 칼라만시의 신맛이 강한 것으로 보아 pH가 낮을 것으로 생각되며 게다가 시판 음료는 장기간의 보존 등을 이유로 첨가된 산에 의해 산도가 더 낮아졌을 것으로 생각되며 이러한 강한 산에 의해 법랑질 층의 표면손상과 구조에 결손을

야기했을 것으로 생각된다(Fig. 1).

또한 3%의 칼슘을 첨가한 오란씨 칼라만시군에서는 결정들 사이에 미세한 균열과 다공성이 관찰되기는 하나 칼슘을 첨가하지 않는 오란씨 칼라만시군과 비교할 때 훨씬 매끄러운 것을 확인할 수 있었다. 이는 표면경도 값의 비교결과에서와 같이 칼슘이 낮은 pH에 의해 유발될 수 있는 탈회를 억제하고 재광화를 촉진하는 작용을 하여 표면을 더 보호하는 것으로 생각된다.

이번 실험에서는 구강 내 여러 환경적인 부분을 고려하지 않은 단순 침지를 한 실험으로 실제 구강 내 상황과는 차이가 있을 수 있다. 따라서 추후 구강 내 타액의 작용 등을 고려한 연구가 추가적으로 이루어질 필요가 있다.

결 론

이번 연구는 일부 시판 칼라만시 함유 음료가 건전한 우치표면에 미치는 영향을 알아보고 칼슘 첨가시 부식억제 효과를 확인하기 위해 시행하였다. 일부 시판되고 있는 칼라만시 음료 6종의 pH와 적정산도를 측정하였고, 각 음료의 전체 평균 pH를 산출하여 그 중 pH 값이 가장 낮은 제품 오란씨 칼라만시를 실험군으로 선정하였다. 또한 칼슘 첨가시 부식억제 효과를 확인하기 위해 오란씨 칼라만시 음료에 3% 칼슘을 첨가하여 실험군으로 하였다. 음성대조군은 제주삼다수, 양성대조군은 코카콜라를 사용하였다. 치아부식 평가를 위해 건전한 우치시편을 10분 동안 침지한 후 각 시편의 표면 미세 경도 VHN (Vickers hardness number)와 주사전자 현미경을 통한 표면 양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 일부 시판 칼라만시 음료의 평균 pH는 2.54 ± 0.22 이었으며 오란씨칼라만시가 2.92 ± 0.01 로 가장 낮았고 트로잇칼라만시가 2.92 ± 0.00 로 가장 높았다.

2. 각 실험 음료를 10분 동안 처리 후 표면미세경도차(Δ VHN)는 콜라군(-49.05 ± 12.59)이 가장 높았으며 그 다음으로 오란씨 칼라만시(-43.77 ± 13.70), 오란씨 칼라만시에 3%칼슘을 첨가한군(-2.71 ± 12.58), 삼다수(14.03 ± 20.79) 순으로 나타났다. 생수군과 칼슘첨가군과는 유의미한 차이가 보이지 않았으며 콜라군과 오란씨 칼라만시군도 유의미한 차이가 없었다($P > 0.05$). 그러나 생수군과 콜라군 표면경도 변화 양상 비교시 군간에 유의한 차이가 나타났다($P < 0.05$).

3. 주사전자 현미경으로 표면을 관찰한 결과 생수군인 삼다수군에서는 손실된 곳이 없이 매끈한 표면을 나타내었으나 콜라군과 오란씨 칼라만시군에서는 모두 침식으로 인해 거친 표면을 보였으며, 결정들 사이에 균열이 보였다. 그러나 3%의 칼슘을 첨가한 칼라만시군에서는 미세한 균열과 다공성이 보이긴 하나, 칼슘을 첨가하지 않는 오란씨 칼라만시군보다는 훨씬 매끄러웠다.

위와 같은 결과를 종합해 볼 때 pH가 낮은 칼라만시 음료는 치아 표면에 부식을 일으킬 가능성이 있는 것으로 나타났으며 칼라만시 음료에 칼슘을 첨가한 경우 치아표면의 탈회 억제효과를 관찰할 수 있었다. 따라서 pH가 낮은 칼라만시 음용시 치아부식의 위험성을 고려할 필요가 있으며 이를 낮추기 위해 적절한 식이지도 및 칼라만시 음료 제조시 칼슘 첨가 등 방법을 모색할 필요가 있을 것으로 생각된다.

ORCID

Eun-kyoung Kim, <https://orcid.org/0000-0002-8794-0307>

Hae-Ryoung Park, <https://orcid.org/0000-0003-1349-8496>

Kyung-Yi Chung, <https://orcid.org/0000-0001-6864-1670>

Choong-Ho Choi, <https://orcid.org/0000-0002-6803-3218>

References

- Kim HN, Ko SB, Kim BS. An Analysis of characteristics and trends in Korea's fruit beverage market. Korean sanhag gisul haghoe chungye hagsul balpyo nonmunjib; 2019.
- The food and beverage news [Internet]. [cited 2019 Jan 5]. Available from: <http://www.thinkfood.co.kr>.
- Lou SN, Ho CT. Phenolic compounds and biological activities of small-size citrus: Kumquat and calamondin. J Food Drug Anal 2017;25:162-175.
- Dictionary of food science and technology. Korean J Food Sci Technol 2008. 1067.
- Choi DY, Shin SC. A study on pH of several beverages in Korea. J Korean Acad Dent Health 1996;20:399-410.
- Scheutzel P. Etiology of dental erosion intrinsic factors. Eur J Oral Sci 1996;104:178-190.
- Zero DT. Etiology of dental erosion-extrinsic factors. Eur J Oral Sci 1996;104:162-177.
- Imfeld T. Dental erosion: definition, classification and links. Eur J Oral Sci 1996;104:151-155.
- Kim EJ, Lee HJ, Lee EJ, Bae KH, Jin BH, Paik DI. Effects of pH and titratable acidity on the erosive potential of acidic drinks. J Korean Acad Oral Health 2012;36:13-19.
- Jarvinen VK, Rytomaa, II, Heinonen OP. Risk factors in dental erosion. J Dent Res 1991;70:942-947.
- Al-Dlaigan YH, Shaw L, Smith A. Dental erosion in a group of British 14-year-old school children. Part II: influence of dietary intake. Br Dent J 2001;190:258-261.
- Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. Oral Dis 2005;11:7-12.
- Lee HJ, Oh HN, Hong SJ, Choi CH. Effect of hangover beverage containing fluoride and calcium on enamel erosion. J Korean Acad Oral Health 2012;36:177-184.
- Larsen MJ, Richards A. Fluoride is unable to reduce dental erosion from soft drinks. Caries Res 2002;36:75-80.
- Linnett V, Seow WK. Dental erosion in children: a literature review. Pediatr Dent 2001;23:37-43.
- Attin T, Meyer K, Hellwing E, Buchalla W, Lennon AM. Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. Arch Oral Biol 2003;48:753-759.
- Grenby TH. Lessening dental erosive potential by product modification. Eur J Oral Sci 1996;104:221-228.
- Manton DJ, Cai F, Yuan Y, Walker GD, Cochrane NJ, Reynolds C, et al. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate added to acidic beverages on enamel erosion *in vitro*. Aust Dent J 2010;55:275-279.
- 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 1999;33:81-87.
- Beiraghi S, Atkins S, Rosen S, Wilson S, Odom J, Beck M. Effect of calcium lactate in erosion and S. mutans in rats when added to Coca-Cola. Pediatr Dent 1989;11:312-315.
- Vongsawan K, Surarit R, Rirattanapong P. The effect of high calcium milk and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on enamel erosion caused by chlorinated water. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2010;41:1494-1499.
- Tehrani MH, Ghafournia M, Samimi P, Savabi O, Parisay I, Askari N, et al. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and acidulated phosphate fluoride gel on erosive enamel wear. Dent Res J 2011;8 Suppl 1:S64-70.