

# 시판 석류음료가 치아 법랑질 표면에 미치는 영향

정가영<sup>1</sup>, 김지은<sup>2</sup>, 최충호<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>전남대학교 대학원 보건학협동과정, <sup>2</sup>전남대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실, <sup>3</sup>치의학연구소

## Effect of commercial pomegranate drink on the tooth enamel surface

Ka-Young Jung<sup>1</sup>, Ji-Eun Kim<sup>2</sup>, Choong-Ho Choi<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Public Health, Chonnam National University Graduate School,

<sup>2</sup>Department of Preventive and Public Health Dentistry,

<sup>3</sup>Dental Science Research Institute, Chonnam National University School of Dentistry, Gwangju, Korea

Received: November 22, 2021

Revised: December 17, 2021

Accepted: December 20, 2021

**Corresponding Author:** Choong-Ho Choi

Department of Preventive and Public Health  
Dentistry, Chonnam National University

School of Dentistry, 77 yongbong-ro,

Buk-gu, Gwangju 61186, Korea

Tel: +82-62-530-5839

Fax: +82-62-530-5810

E-mail: hochoi@chonnam.ac.kr

https://orcid.org/0000-0002-6803-3218

**Objectives:** This study examines the pH and titratable acidity of pomegranate drinks sold in Korea to identify the risk of dental erosion, and to provide basic data for oral health when consuming such drinks.

**Methods:** The experiment included 5 groups: As experimental drinks, Sunkist pomegranate (Group A), Beauty liked pomegranate (Group B), Pomegranate juice 100 (Group C) were selected, and Jeju Samdasoo and Coca-Cola were selected for negative and positive controls. The components of the experimental beverage were analyzed, and the degree of erosion was measured using the Vickers hardness number (VHN) and by scanning electron microscope images.

**Results:** When comparing the surface microhardness before and 30 minutes after beverage immersion, there was a significant difference in the positive control group, Group A, Group B, and Group C ( $P < 0.05$ ), while there was no significant difference in the negative control group ( $P > 0.05$ ). The difference in surface microhardness ( $\Delta VHN$ ) was found in Group C ( $-117.33 \pm 17.41$ ), Group A ( $-112.90 \pm 15.19$ ), the positive control group ( $-103.80 \pm 13.23$ ), Group B ( $-90.82 \pm 24.60$ ), and the negative control group ( $-13.44 \pm 14.60$ ), in that order. The positive control group, Group A, Group B, and Group C showed a significant difference from the negative control group ( $P < 0.05$ ), and Group B showed a significant difference from Group A, and Group C ( $P < 0.05$ ), whereas Group A, Group B, and Group C did not differ significantly from the positive control group ( $P > 0.05$ ).

**Conclusions:** This study found that the low pH and high titratable acidity of commercially available pomegranate drinks can potentially cause dental erosion. Therefore, it is imperative to provide dietary guidance so that consumers can recognize the possibility of dental erosion when consuming pomegranate drinks and manage their oral health.

**Key Words:** Dental erosion, pH, Pomegranate drink, Titratable acidity

## 서 론

오늘날 우리나라 국민의 식생활과 소득수준의 향상으로 건강에 대한 관심이 증대되면서 건강기능식품 및 영양소 강화식품의 섭취가 늘어나고 있는 실정이다<sup>1)</sup>. 최근에 건강에 대한 소비패턴의 변화 중 하나로 음료가 차지하는 위상이 높아졌다<sup>2)</sup>. 음료는 건강지향적인 영향을 받아 비타민 등의 영양소와 과즙을 첨가한 제품들로 다양하게 등장하

며 판매되고 있다<sup>2,3)</sup>. 특히 코로나19 감염증으로 면역력 강화에 도움이 되는 식품을 찾는 소비행태로 인해 2020년 상반기 기준 유일하게 과채음료 시장에서 석류를 원료로 한 음료의 매출액이 증가하였다<sup>4)</sup>. 식품의약품안전처는 2019년 대비 2020년 주요 증감품목 중 석류는 8,631톤에서 14,153톤으로 64% 증가되었음을 보고하였다<sup>5)</sup>. 석류(*Punica granatum* L.)는 석류나무의 열매로 석류 과에 속한 낙엽소목으로 중앙아시아를 중심으로 전 세계적으로 재배되고 있으며 우리나라

라는 2002년부터 전라남도 고흥에서 본격적인 재배가 이뤄져 국내 석류생산량의 90% 이상을 차지하고 있다<sup>6,7)</sup>. 석류의 효능은 천연 에스트로젠 전구물질이 석류에 풍부하게 함유되어 있어서 갱년기 증상 완화, 피부미용, 골다공증예방과 치아건강, 항산화능, 면역 강화, 항암 효과 등의 다양한 효능이 알려지면서 석류 효능에 대한 연구가 이뤄지고 있다<sup>8-11)</sup>. 그 중 구강과 관련된 연구로 Kim<sup>12)</sup>은 석류추출물은 치주질환 진행 과정에 염증성 사이토카인들의 발현을 감소시킴으로써, 치주질환을 억제하는 기능이 있다고 보고하였고, Kote 등<sup>13)</sup>의 보고에 따르면 석류즙이 구강 내 구강바이오필름인 연쇄상구균 및 유산균의 집락형성단위의 수를 현저히 감소시키며 효과적임을 확인하였다. 이렇듯, 석류를 이용한 구강 내 미생물 및 연조직질환과 관련된 연구는 보고되고 있으나, 구강 내 경조직과 관련된 연구보고는 미미한 편이다.

석류는 건강음료의 원료로 주목받고 있으며 일상 속에서 쉽고 간편하게 섭취할 수 있도록 대중화되어 있다. 석류음료에 함유된 석류의 과즙은 폴리페놀 함량이 높고 신맛이 나며 pH가 낮다<sup>14)</sup>. 일반적으로 pH가 낮은 산성음료의 경우 구강 내 경조직인 치아의 법랑질 표면을 부식시킬 위험성이 있다. 치아부식증은 구강 내에서 미생물의 개재 없이 오직 산과의 직접적인 접촉에 의해서만 일어나는 치질 손상으로 Kim 등<sup>15)</sup>은 시판 중인 낮은 pH의 음료가 치아의 법랑질을 부식시키고 표면경도를 약화시킨다고 보고하였다. 그러나 다양한 산성음료 중 석류음료의 경우 pH가 낮아 구강 내 경조직에 손상을 일으킬 위험성이 있음에도 연구는 아직 제대로 이루어지지 않아 이에 대한 연구가 필요한 상태이다.

따라서 본 연구는 국내에 시판되고 있는 석류 음료가 건전한 치아 표면에 미치는 영향을 평가하여 석류음료 섭취 시 구강건강을 위한 식이상담에 사용할 수 있는 기초자료를 제공하고자 시행하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

국내 시중에 시판되고 있는 석류음료는 혼합음료, 과채음료, 과채주스로 나뉜다. 본 실험에서 실험군 선정에 위해 사전 조사한 석류음료는, 시판되고 있는 제품 총 7가지로 과채즙 10% 미만 첨가된 음료로 정의되는 혼합음료<sup>16)</sup>에 해당하는 해태 '썬키스트 석류', 롯데 '석류' 2종, 과채즙 10% 이상 첨가된 음료로 정의되는 과채음료<sup>4)</sup>에 해당하는 롯데 '미녀는 석류를 좋아해', 웅진 '자연은 석류' 2종, 그리고 과채즙 95% 이상 첨가된 음료로 정의되는 과채주스<sup>4)</sup>에 해당하는 녹차원 '석류착즙액100', 스윗허그 '석류100', 보푸 '유기농 NFC 석류즙100% 착즙원액' 3종이었다.

석류음료 총 7종을 선정하여 pH와 적정산도를 측정하였다(Table 1). 그 중 혼합음료와 과채주스는 pH가 낮은 제품으로 선정하고, 과채음료는 과채주스와 비슷한 pH를 가지지만 완충능의 차이가 있는 제품을 실험음료로 선정하였다. 사용된 제품으로는 혼합음료인 '썬키스트 석류' (이하 A군), 과채음료인 '미녀는 석류를 좋아해' (이하 B군), 과채주스인 '석류착즙액100' (이하 C군)을 사용하였다. 음성대조군으로 '제주삼다수'와 양성대조군으로 '코카콜라'를 사용하여 실험에 이용된 군은 총 5군으로 선정하였다(Table 2).

### 2. 연구방법

#### 2.1. 실험음료의 성분분석

##### (1) 실험음료 pH 측정

실험음료는 측정 6시간 전 동일한 온도 조건인 실온 25℃에 방치한 후 사용 직전에 개봉하여 사용하였다. 실험음료의 pH 측정은 pH meter (Orion 3-Star pH Benchtop, Thermo Fisher Scientific,

**Table 1.** The pH and titratable acidity of 7 commercial pomegranate drinks

Brand name	Manufacturer	pH	Titratable acidity (ml)	
			pH 5.5	pH 7.0
Sunkist Pomegranate	Haitai HTV Co., Ltd.	2.58±0.03	0.78±0.03	1.03±0.04
Beauty Likes Pomegranate	Lotte Chilsung Beverage Co., Ltd.	3.11±0.01	0.67±0.02	0.91±0.02
Pomegranate Juice 100	Green Tea Won Co., Ltd.	3.11±0.01	3.27±0.08	4.15±0.13
Lotte Pomegranate	Lotte Chilsung Beverage Co., Ltd.	2.70±0.00	0.72±0.01	0.96±0.01
Nature pomegranate	Woongjin Foods Co., Ltd.	2.94±0.01	0.67±0.03	0.89±0.04
Sweet Hug Pomegranate Juice 100	AMC NATURAL DRINKS S.L.	3.35±0.03	1.65±0.02	2.23±0.04
Botou Organic NFC Pomegranate Juice 100% Extract	Gunyoung BNF Co., Ltd.	3.14±0.01	1.84±0.05	2.47±0.07

Values are mean±standard deviation.

**Table 2.** Test groups used in the experiment

Classification	Group	Brand name	Manufacturer
Mineral water	Control (-)	Jeju SamDaSoo	Jeju Special Self-Governing Province Development Corp
Coca Cola	Control (+)	Coca Cola	Coca-Cola Beverage Company
Pomegranate Drink	A	Sunkist Pomegranate	Haitai HTV Co., Ltd.
	B	Beauty Likes Pomegranate	Lotte Chilsung Beverage Co., Ltd.
	C	Pomegranate Juice 100	Green Tea Won Co., Ltd.

Chelmsford, MA, USA)를 이용하여 pH 4.01과 7.00의 완충액(Buffer, Thermo Fisher Scientific, Chelmsford, MA, USA)으로 보정하였다. 보정 후 각 실험음료는 20 ml씩 동일한 비커에 담아 측정하였다. 모든 측정은 동일한 방법으로 3회씩 실행하였다.

## (2) 실험음료 적정산도 측정

pH를 측정한 후 20 ml의 실험음료에 1 M의 NaOH (Sodium hydroxide, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 0.01 ml씩 첨가하여 전자 교반기로 균일한 혼합을 위해 200 rpm으로 교반하면서 측정하였으며 pH가 5.5와 7.0에 도달할 때까지의 1 M NaOH 양을 측정하였다. 모든 측정은 동일한 방법으로 3회씩 실행하였다.

## 2.2. 시편 제작

Choi 등<sup>17)</sup>의 연구에서 사용한 방법을 이용하여 치아우식증 및 균열이 없는 법랑질 표면을 가진 건전한 우치로부터 직경 5 mm 원통형 드릴을 사용하여 법랑질 시편을 취득하였다. 취득한 시편을 아크릴 봉에 자가 중합형 아크릴릭 레진을 이용하여 포매한 후 연마지를 이용하여 순서대로 #60, #240, #600, #1200번(CarbiMet, Buehler, IL, USA)을 이용하여 연마하였다.

## 2.3. 표면미세경도 측정

연마된 시편의 표면미세경도는 Choi 등<sup>17)</sup>의 연구에서 사용한 방법을 이용하여 측정하였다. 표면미세경도기(HMV-G21, Dong-il SHIMADZU Corp, Tokyo, Japan)를 사용하였고 표면미세경도는 Vickers hardness number (이하 VHN)를 측정하였다. 시편 가장자리에서 0.5 mm 안쪽의 상·하·좌·우 4부위를 200 gf 하중으로 10초간 압입하고 압흔 크기를 측정하여 4부위의 평균값을 시편의 표면미세경도로 하였다. 표면미세경도가 정상 범위를 갖는 60개의 시편을 선정하

여, 군당 12개씩 5개의 군으로 배정하였다.

## 2.4. 음료 침지

실험음료를 각 군 당 20 ml씩 3개의 동일한 용기에 분주하여 시편을 실험음료에 30분 침적한 후 흐르는 증류수로 30초 동안 세척하였다.

## 2.5. 음료 침지 후 평가

### (1) 표면미세경도 측정

시편을 실험음료에 침지 후 회수하여 흐르는 증류수로 30초 동안 세척한 후 표면미세경도기를 이용하여 표면미세경도를 측정하였다. 측정부위는 침지 전 표면미세경도를 측정하였던 부위와 인접한 부위 상·하·좌·우 4부위를 측정하여 표면미세경도 평균을 구하였다.

### (2) 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM) 분석

모든 처치가 끝난 후 5개 군의 표면미세경도 평균을 구하여 평균값의 근접한 1개의 시편을 선정하였다. 선정된 시편을 0.5 cm 이하로 절단 후 60℃ 건조기에 이를 동안 건조시켰다. 주사전자현미경(JSM-7500F, JEOL, Tokyo, Japan)을 이용하여 15 kV의 전압에서 50,000배의 배율로 시편의 표면을 관찰하였다.

## 2.6. 자료 분석

각 군별 법랑질 시편은 실험음료에 침지 전과 침지 30분 후의 표면미세경도를 비교하기 위해 Paired t-test를 사용하였고, 각 군간 표면미세경도 차이를 비교하기 위해 One way ANOVA를 사용한 후 통계적 유의차가 있는 경우 Tukey test 사후분석을 사용하였다. 통계분석은 SPSS (Statistical Packages for Social Science 25.0, IBM Co., Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 이용하였다. 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

## 연구 성적

### 1. 실험음료의 pH 및 적정산도 특성

본 연구에 사용된 실험음료의 pH는 음성대조군이  $7.57 \pm 0.06$ 으로 가장 높았고, 양성대조군이  $2.41 \pm 0.00$ 으로 가장 낮았다. 대조군을 제외한 나머지 군의 pH는 A군이  $2.58 \pm 0.03$ 으로 가장 낮았고, B군  $3.11 \pm 0.01$ , C군  $3.11 \pm 0.01$ 로 비슷하게 나타났다(Table 3).

본 연구에 사용된 실험음료의 적정산도는 pH 5.5에서 양성대조군

**Table 3.** The pH and titratable acidity of experimental groups (mean  $\pm$  standard deviation)

Group	pH	Titratable acidity (ml)	
		pH 5.5	pH 7.0
Control (-)	$7.57 \pm 0.06$	-	-
Control (+)	$2.41 \pm 0.00$	$0.14 \pm 0.00$	$0.28 \pm 0.03$
A	$2.58 \pm 0.03$	$0.78 \pm 0.03$	$1.03 \pm 0.04$
B	$3.11 \pm 0.01$	$0.67 \pm 0.02$	$0.91 \pm 0.02$
C	$3.11 \pm 0.01$	$3.27 \pm 0.08$	$4.15 \pm 0.13$

**Table 4.** Difference in enamel surface microhardness after treatment for 30 minutes (mean  $\pm$  standard deviation) (Unit: Vickers hardness number)

Group	N	Treatment		Difference <sup>†</sup>
		Before (0 min)	After (30 min)	
Control (-)	12	$344.12 \pm 13.51$	$330.68 \pm 14.11$	$-13.44 \pm 14.60^c$
Control (+)*	12	$344.17 \pm 13.49$	$240.37 \pm 8.84$	$-103.80 \pm 13.23^{ab}$
A*	12	$343.71 \pm 12.95$	$230.81 \pm 13.10$	$-112.90 \pm 15.19^a$
B*	12	$343.29 \pm 12.32$	$252.48 \pm 15.89$	$-90.82 \pm 24.60^b$
C*	12	$343.00 \pm 11.44$	$225.67 \pm 18.41$	$-117.33 \pm 17.41^a$

\* $P < 0.05$ , by Paired t-test, <sup>†</sup> $P < 0.05$ , by One way ANOVA.

<sup>ab,c</sup>The same letter indicates no significant difference by Tukey test at  $\alpha = 0.05$ . Difference: After treatment—Before treatment.



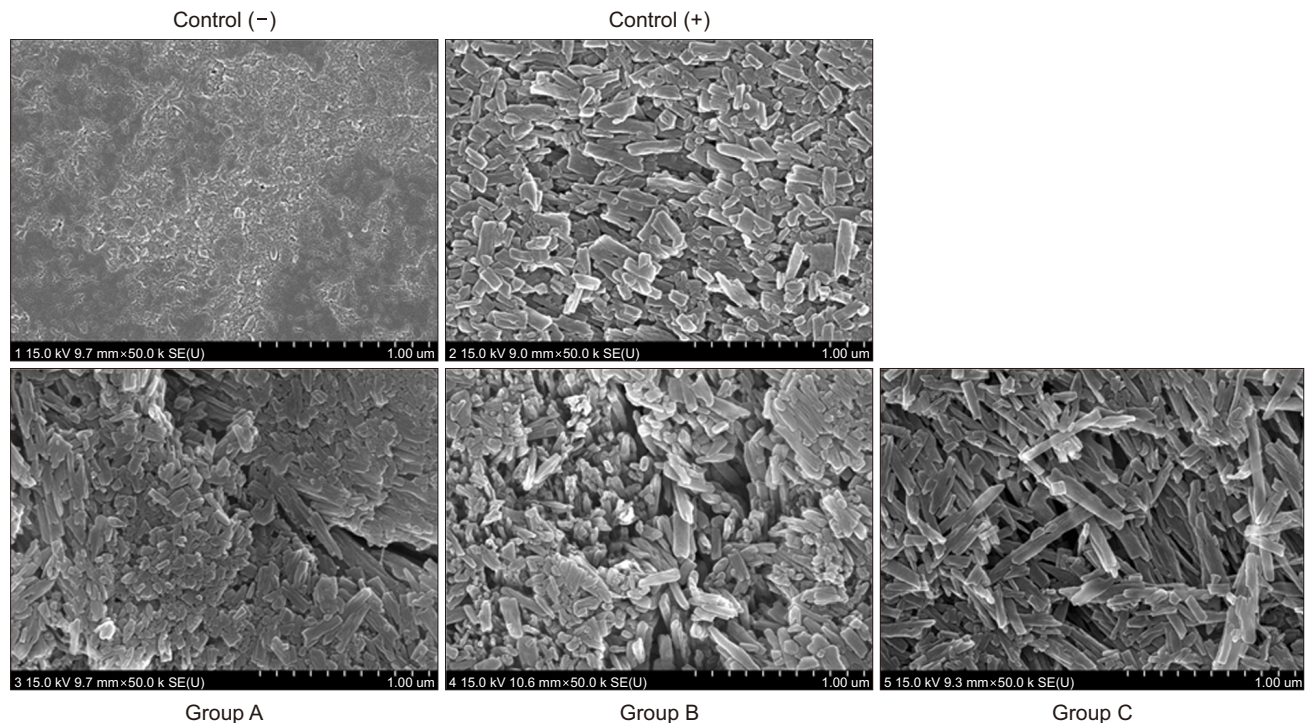


Fig. 1. Scanning Electron Microscopy images of enamel surface after beverage treatment for 30 minutes ( $\times 50,000$ ).

( $0.14 \pm 0.00$  ml), B군( $0.67 \pm 0.02$  ml), A군( $0.78 \pm 0.03$  ml), C군( $3.27 \pm 0.08$  ml) 순으로 나타났고, pH 7.0에서는 양성대조군( $0.28 \pm 0.03$  ml), B군( $0.91 \pm 0.02$  ml), A군( $1.03 \pm 0.04$  ml), C군( $4.15 \pm 0.13$  ml) 순으로 나타났다(Table 3).

## 2. 음료 침지 후 법랑질 표면미세경도 변화

음료 침지 전과 침지 30분 후의 표면미세경도를 비교하였을 때 양성대조군, A군, B군, C군에서 유의한 차이가 있었고( $P < 0.05$ ), 음성대조군은 유의한 차이가 없었다( $P > 0.05$ , Table 4).

각 군의 표면미세경도차( $\Delta$ VHN)는 C군( $-117.33 \pm 17.41$ )이 가장 높았고, A군( $-112.90 \pm 15.19$ ), 양성대조군( $-103.80 \pm 13.23$ ), B군( $-90.82 \pm 24.60$ ), 음성대조군( $-13.44 \pm 14.60$ ) 순으로 나타났다. 양성대조군, A군, B군, C군은 음성대조군에 비해 유의한 차이가 나타났으며( $P < 0.05$ ), 또한 B군은 A군, C군에 비해 유의한 차이를 나타냈다( $P < 0.05$ ). 반면에 A군, B군, C군은 양성대조군과 유의한 차이가 나타나지 않았다( $P > 0.05$ , Table 4).

## 3. 음료 침지 후 주사전자현미경에 의한 법랑질 표면 관찰

각 5개 군의 시편을 실험음료에 30분 동안 침지한 후 법랑질 표면을 주사전자현미경으로 관찰한 결과, 음성대조군은 균열과 흠 없이 표면이 매끄러운 것을 확인할 수 있었다. 그리고 양성대조군, A군, B군, C군은 잘게 부서진 결정들 사이에 균열과 흠이 생긴 것 같은 손상이 있고 표면이 매끄럽지 못한 거친 양상을 보여주었으며 특히 C군에서 뚜렷하게 관찰되었다(Fig. 1).

## 고 안

구강 내 경조직이 손상되면 초기 상태로 회복되기 어렵고, 재생되지 않아 손상이 누적되는 양상을 보인다<sup>18)</sup>. 치아 경조직 손상 중 하나인 치아부식증은 다양한 연령대에서 나타나는 질환으로 원인은 크게 외인성 원인과 내인성 원인으로 나뉜다<sup>19)</sup>. 근래 꾸준히 건강에 대한 관심이 높아지면서 건강지향적 소비패턴의 하나로 영양소를 첨가한 기능성 음료의 등장은 치아부식증의 외인성 원인과 밀접하게 연관되어 있다<sup>2)</sup>. 특히 천연과일을 원료로 다양하게 출시되어 판매되고 있는 음료 중 석류는 비타민과 미네랄이 풍부하고 구연산 등의 유기산과 엘라그산을 함유하고 있어 pH가 낮게 보고되었다<sup>20)</sup>. 따라서 이번 연구에서는 시판 석류음료가 치아표면에 미치는 영향으로 치아부식 가능성이 나타나는지 살펴보고자 하였다.

치아부식증은 구강 내 세균이 아닌 오직 산과의 직접적인 접촉에 의해서만 일어나는 치질 손상으로 Kim 등<sup>15)</sup>은 시판 중인 낮은 pH의 음료가 치아의 법랑질을 부식시키고 표면경도를 약화시킨다고 보고하였다. 또한 Kim 등<sup>21)</sup>은 음료의 적정산도는 치아부식에 큰 영향을 줄 수 있다고 보고하였다. 이를 토대로 본 연구에서 실험음료의 선정은 혼합음료, 과채음료, 과채주스 3가지로 구분하였고, 시판되는 음료 총 7종을 선정하여 pH와 적정산도를 측정하였다. 측정결과 실험음료의 선정기준은 낮은 pH와 적정산도의 차이를 기준으로 선정하였다. 그 중 혼합음료와 과채주스는 pH가 낮은 제품으로 선정하고, 과채음료는 과채주스와 비슷한 pH를 가지지만 적정산도인 완충능의 차이가 있는 제품을 실험음료로 선정하였다. 음성대조군으로 제주삼다수와 양성대조군으로 코카콜라를 사용하였다. Reddy 등<sup>22)</sup>은 음료의 pH와 치아부

식의 위험도를 연구한 보고에서 음료의 pH가 3.0 미만인 경우 치아부식 위험도가 매우 높고(extremely erosive), pH 3.0-3.99 미만인 경우 치아부식 위험도가 존재하며(erosive), pH 4.0 이상인 경우 최소한의 침식(minimally erosive) 가능성이 있다고 하였다. 본 연구에 사용된 석류음료들은 모두 pH 4.0 이하로 이러한 낮은 pH로 인해 치아부식을 발생시킬 위험도가 존재하는 것으로 판단되었다.

적정산도는 치아부식과 치아의 구성성분인 무기질 소실을 발생시키는 주요한 인자이다. 본 연구에서 실험음료의 pH와 1 M의 NaOH를 첨가하여 pH 5.5와 pH 7.0에 도달하는데 필요한 양으로 적정산도를 측정하였다. 측정결과 pH는 양성대조군 pH 2.41, A군 pH 2.58, B군과 C군 pH 3.11로 동일한 값을 나타냈고 음성대조군 pH 7.57 순으로 나타났다. pH 5.5와 pH 7.0의 적정산도는 양성대조군, B군, A군, C군 순으로 나타났다. C군과 동일한 pH값을 가진 B군은 pH 5.5의 적정산도 0.67과 pH 7.0의 적정산도 0.91로 양성대조군 다음 순이었고, C군은 pH 5.5의 적정산도 3.27과 pH 7.0의 적정산도 4.15로 가장 높게 나타나 적정산도 pH 5.5와 pH 7.0의 차이가 명확하게 나타남을 확인할 수 있었다. 즉 적정산도 값이 크면 구강 내 pH가 산성에서 중성화되는데 시간이 많이 필요하다. Kim 등<sup>21)</sup>은 낮은 pH보다 적정산도가 치아부식에 더 많은 영향을 미친다는 연구결과를 보고하였다. 이는 높은 적정산도의 석류음료 또한 치아부식을 발생시킬 가능성이 있을 것으로 생각되었다. 추후 음료의 적정산도가 치아부식에 미치는 영향에 대한 추가적인 연구가 이루어질 필요가 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 30분 동안 실험 음료에 침지하기 전과 후의 표면미세경도 측정결과를 확인해 보았을 때 음성대조군, B군, 양성대조군, A군, C군 순으로 표면미세경도차이가 크게 증가하였다. 이러한 결과는 음료의 pH와 적정산도가 치아의 표면미세경도변화에 영향을 미친 것으로 생각된다. 특히 신맛이 나는 과일의 경우 강한 산도를 가지고 있어 치아의 부식을 많이 야기한다<sup>23)</sup>는 보고는 본 연구의 결과와 유사한 결과로 음료의 pH가 치아부식에 영향을 주었을 것이라 판단되었다. 또한 Kim 등<sup>21)</sup>의 연구에서 법랑질 표면경도 값은 적정산도 값이 가장 높았던 텔몬트 오렌지 음료에서 가장 많이 부식되었으며 음료의 적정산도가 법랑질 표면경도 감소에 통계적으로 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서도 석류음료의 적정산도 값이 가장 높았던 C군, A군, B군 순서의 값은 표면미세경도차이와 유사한 결과를 보여주고 있다. 이는 높은 적정산도의 차이가 치아 부식에 영향을 주었을 것이라고 판단되었다.

표면미세경도를 측정한 후 법랑질 표면을 주사전자현미경으로 관찰하였다. 이는 Lee 등<sup>19)</sup>과 Kim 등<sup>24)</sup>의 치아부식과 관련된 연구에서 법랑질 표면을 미세하게 관찰하기 위해 주사전자현미경을 사용하였고 치아부식의 위험도가 높은 군에서 표면의 손상을 확인할 수 있었다. 본 연구에서도 주사전자현미경으로 관찰된 법랑질 표면의 양상은 음성대조군은 균열과 흠 없이 표면이 매끄러운 것을 확인할 수 있었다. 그리고 양성대조군, A군, B군, C군은 잘게 부서진 결정들 사이에 균열과 흠이 생긴 것 같은 손상이 있고 표면이 매끄럽지 못한 거친 양상을 보여주었다. 주사전자현미경 소견을 고려할 때 실험 음료의 낮은 pH가 치아부식에 영향을 미치며 특히 C군에서 심한 균열과 표면의 흠이 선명하고 뚜렷하게 관찰된 것은 높은 적정산도에 의한 영향으로 생각

된다.

본 연구의 한계는 실제 사람의 구강 내 환경을 완벽하게 재현하기 어려운 실험실 연구로 구강 내 타액의 중화 및 자정작용과 완충작용을 고려하지 못하였다. 추후 타액의 작용을 고려하여 석류 음료섭취 시 치아부식의 위험성을 연구할 필요가 있을 것으로 사료된다. 또한 본 실험에서 표면미세경도 측정을 위해 우치의 표면을 평활하게 연마하여 사용하였는데 우치가 사람치아보다 많은 다공성을 가지며 경도가 약하여 사람치아보다 더 빠른 탈회 양상을 가진다는 보고<sup>25)</sup>와 표면이 평활하게 연마된 우치의 법랑질 표면은 산에 빠르게 과장된 반응을 보인다는 보고<sup>26)</sup>를 고려할 때 실제 구강 내 환경에서 치아부식의 위험성보다 본 연구결과에서 나타난 우치 시편을 이용한 치아부식의 위험성은 좀 더 높게 나타났을 가능성이 있다. 따라서 추후 구강 내에서 타액의 작용을 고려한 in situ 실험이 이루어질 필요가 있다. 또한 석류음료에 포함된 석류성분의 농도에 따른 구강 내 세균에 미치는 영향과 치아부식의 관련성에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 결론

본 연구는 시판되는 석류음료가 건전한 치아표면에 미치는 영향을 알아보기 위해 시행하였다. 시판되는 석류음료 중 7종을 선정하여 pH와 적정산도를 측정하였고 석류음료는 낮은 pH를 가지며 적정산도의 차이가 있는 음료를 선정하였다. 선정된 실험음료는 혼합음료인 A군, 과채음료인 B군, 과채주스인 C군을 사용하였다. 음성대조군으로 제주삼다수와 양성대조군으로 코카콜라를 사용하여 실험에 이용된 군은 총 5군으로 선정하였다. 5군의 실험음료의 특성을 분석하고 치아부식 평가를 위해 건전한 법랑질 표면의 우치시편을 30분 동안 침지한 후 각 시편의 표면미세경도 측정결과 및 주사전자현미경 소견을 분석하였다. 결과를 종합해 볼 때 본 실험에 사용된 시판 석류음료는 낮은 pH와 높은 적정산도로 인해 치아 부식을 일으킬 가능성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 석류음료 섭취 시 치아부식이 발생할 수 있는 가능성을 인식하고 주의하여 구강건강을 관리할 수 있도록 소비자들에게 치아부식예방을 위해 음료섭취 시 빨대사용과 음료섭취한 후 물로 입안을 헹구는 것 등 적절한 식이지도를 할 필요가 있다고 사료된다.

## ORCID

Ka-Young Jung, <https://orcid.org/0000-0002-6517-5536>

Ji-Eun Kim, <https://orcid.org/0000-0001-7640-9863>

## References

1. Shin Y, Kim SD, Kim BS, Yun ES, Chang MS, Jung SO, et al. The content of minerals and vitamins in commercial beverages and liquid teas. *J Food Hyg Safety* 2011;26:322-329.
2. Lee EJ, Lee KR, Kim JY. Analysis of beverages usage motives according to selection attributes of beverage shop. *J Korean Soc Food Cult* 2017;32:118-127.
3. Jun MK, Lee DH, Lee SM. Assessment of nutrient and sugar content and pH of some commercial beverages. *J Dent Hyg Sci* 2016;16:464-

- 471.
4. Food Information Statistics System. Food market newsletter read with aTFIS fruits and vegetables. Naju, Jeollanam-do:Food Information Statistics System;2020:1-12.
5. Choi HC, Ma JA. What are the most imported and consumed foods. Cheongju, Chungcheongbuk-do:Ministry of Food and Drug Safety;2021:1-4.
6. Kim HS, Oh KY, Lee SM, Kim JY, Lee SH, Jang JS, et al. Effect of extraction methods on the quality of pomegranate juice and physiological activity. J Korean Soc Food Sci Nutr 2021;50:136-148.
7. Kim MS, Yun SH, Na HS, Park HJ, Choi GC, Yang SI, et al. Chemical compositions and functional characteristics of korean and imported pomegranate (*Punica granatum* L.). J Korean Food Preserv 2013;20:342-347.
8. Shin WS. Our food story pomegranate No.94 geographical indication agricultural products - goheung pomegranate. Gunpo-si, Gyeonggi-do:Gunpo Citizen's Newspaper;2020:1.
9. Devipriya N, Srinivasan M, Sudheer AR, Menon VP. Effect of ellagic acid, a natural polyphenol, on alcohol-induced prooxidant and antioxidant imbalance: a drug dose dependent study. Singapore Med J 2007;48:311-318.
10. Shukla M, Gupta K, Rasheed Z, Khan KA, Haqqi TM. Bioavailable constituents/metabolites of pomegranate (*Punicagranatum* L) preferentially inhibit COX2 activity ex vivo and IL-1beta-induced PGE2 production in human chondrocytes in vitro. J Inflamm (Lond) 2008;5:9.
11. Aggarwal BB, Shishodia S. Molecular targets of dietary agents for prevention and therapy of cancer. Biochem Pharmacol 2006;71:1397-1421.
12. Kim JH. Inhibitory effect of pomegranate extract powder on periodontitis in rats [doctoral dissertation]. Gwangju:Chosun University;2019. [Korean].
13. Sowmya K, Sunder K, Lakshminarayan N. Effect of pomegranate juice on dental plaque microorganisms (*Streptococci* and *Lactobacilli*). Anc Sci Life 2011;31:49-51.
14. Wee JH, Jung HJ, Jung KO, Sung HM, Shin YR, Park JH, et al. Pomegranate extract improves menopausal syndrome in ovariectomized rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 2015;44:506-515.
15. Kim MK, Jeon JH, Park HJ, Bae CH, Park JS, Bae SK, et al. Effect of energy drinks on the dental enamel erosion and mouse teeth growth. Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal 2014;29:112-117.
16. Jun MK, Lee DH, Lee SM. Assessment of Nutrient and Sugar Content and pH of Some Commercial Beverages. J Dent Hyg Sci 2016;16:464-471.
17. Choi CH, Youn HJ, Noh HJ, Hong SJ. Surface microhardness changes caused by Coca-cola on sound enamel of bovine teeth. J Korean Acad Oral Health 2008;32:152-159.
18. Lee GJ, Jin SY, Kim HJ, Min JB. Treatment of dental erosion caused by intrinsic and extrinsic etiology:a case report. J Dent Rehabil Appl Sci 2017;33:42-46.
19. Lee HJ, Hong SJ, Choi CH. Erosive effect of hangover-curing beverages on enamel surface. J Korean Acad Oral Health 2013;37:119-125.
20. Kim HS, Oh KY, Lee SM, Kim JY, Lee SH, Jang JS, et al. Effect of extraction methods on the quality of pomegranate juice and physiological activity. J Korean Soc Food Sci Nutr 2021;50:136-148.
21. 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.
22. Reddy A, Norris DF, Momeni SS, Waldo B, Ruby JD. The pH of beverages in the United States. J Am Dent Assoc 2016;147:255-263.
23. Willershausen B, Callaway A, Azrak B, Duschner H. Influence of apple juice on human enamel surfaces of the first and second dentition - an in vitro study. Eur J Med Res 2008;13:349-354.
24. Kim DE, Kim KH, Kim AO, Jeong SS, Choi CH, Hong SJ. The erosive effect of commercial red ginseng beverages on bovine enamel surfaces. J Korean Acad Oral Health 2016;40:198-205.
25. 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 1999;78:1821-1828.
26. Shim JH, Jeong TS, Kim S. A study on the enamel erosion by fermented milks. J Korean Acad Pediatr Dent 2004;31:555-563.