과일소주가 초기 우식치면에 미치는 영향

이수나¹, 김나영¹, 김지은¹, 최충호^{1,2}, 정기호^{1,2}전남대학교 치의학전문대학원 ¹예방치과학교실, ²치의학연구소

The effects of commercial liqueur on bovine enamel surface with incipient dental caries

Su-Na Lee¹, Na-Yeoung Kim¹, Ji-Eun Kim¹, Choong-Ho Choi^{1,2}, Ki-Ho Chung^{1,2}¹Department of Preventive and Public Health Dentistry,²Dental Science Research Institute, Chonnam National University School of Dentistry, Gwangju, Korea

Received: November 9, 2021

Revised: December 16, 2021

Accepted: December 17, 2021

Corresponding Author: Ki-Ho Chung

Department of Preventive and Public Health Dentistry, Chonnam National University School of Dentistry, 77 yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, Korea

Tel: +82-62-530-5858

Fax: +82-62-530-5810

E-mail: prevention@chonnam.ac.kr

https://orcid.org/0000-0002-0395-2344

Objectives: The purpose of this study was to evaluate the tooth erosion potential of liqueur and to confirm the anti-erosive effect of calcium.**Methods:** After purchasing commercially available liqueur in Korea and measuring the pH, products with low pH and high consumption were selected and used as experimental beverages. Calcium (1%) was added to the selected beverages. Chamisul was used as a negative control, and Coca Cola was used as a positive control. Healthy bovine teeth samples were soaked in the selected beverages for 1, 3, 5, 10, 15, and 30 minutes. The changes in the tooth surface after beverage treatment were observed and analyzed using microhardness (VHN, Vickers hardness number) and scanning electron microscopy.**Results:** Jinro Grapefruit (-88.03 ± 13.05) had the highest surface microhardness difference (Δ VHN) before and after 30 minutes of treatment in each group, followed by Coca Cola (-61.31 ± 21.90) ($P < 0.05$), Jinro Grapefruit+Calcium (there was no significant difference (-25.46 ± 4.43)), and Chamisul (-3.53 ± 27.79) ($P > 0.05$). When comparing changes in surface microhardness over time, Jinro Grapefruit+Calcium (pH 3.75) had slightly lower surface microhardness than Chamisul, but the difference was not statistically significant. Jinro Grapefruit+Calcium has a lower surface microhardness change value than Coca-Cola and grapefruit dew group ($P < 0.05$), so it is thought that the risk of tooth erosion is lower than that of the two groups.**Conclusions:** The study results suggest that the consumption of liqueur with a low pH may increase the risk of tooth decay. Therefore, it is necessary to recognize the risk of tooth decay when ingesting liqueur and seek dietary guidance that can minimize damage. It was also determined that manufacturers need to consider ways to lower the risk of tooth decay, such as adding appropriate amounts of calcium to the beverages.**Key Words:** Erosion, Incipient dental caries, Liqueur

서론

과일소주는 주정(에틸알코올)에 과일 향과 액상과당 등 섞은 혼합주(리큐르)라고 할 수 있다¹⁾. 리큐르의 종류는 약초 리큐르, 과일 리큐르, 종자 리큐르, 크림 리큐르, 브랜드 리큐르 등 다양한 종류가 존재하

는데, 최근 주류업계에서 출시되는 다양한 맛의 '과일소주'는 분류상 일반 증류주인 리큐르에 해당하며 그 중 과일을 이용하여 생성해 낸 과일 리큐르라고 할 수 있다²⁾. 과일소주 열풍은 국내 전체 소주 매출의 약 20%를 차지할 만큼 독한 소주를 꺼리는 계층인 젊은 여성에게 순한 술로서의 이미지를 심어주었다. 하지만 이러한 낮은 도수 주류 열풍이

여성의 폭음을 부추길 수도 있는 것이 사회적 문제로 대두되기도 한다.

또한, 치아와 관련하여 대부분의 과일소주는 산성 제품³⁾으로 지나친 섭취는 치아부식과 연관이 있을 것으로 생각된다. 과일로 만든 주류의 대표급인 와인에 관한 연구에서 pH는 3.02 ± 0.01 로 나타났는데 이는 치아 부식증 유발 가능성이 있는 pH 4.5이하의 값으로 와인 섭취 시 주의해야 한다고 하였다⁴⁾. 치아부식 연구에서 Oh와 Lee⁵⁾는 pH가 낮은 에너지음료에 치아를 30분 동안 처치한 결과 치아의 표면미세경도가 감소하여 치아부식을 유발한다고 설명하였고, Attin 등⁶⁾도 pH가 낮은 산성음료의 섭취는 치아의 법랑질을 부식시킬 수 있어 치아부식증의 위험이 있다고 보고하였다. 또한, Sachez 등⁷⁾의 연구에서도 낮은 pH 값을 가진 음료를 마시는 경우 아이들의 치아부식을 더욱 증가시킨다고 하였다.

치아부식증은 화학작용에 의한 비가역적 경조직의 손상을 의미하는데 다양한 원인 중 탄산음료, 과일주스, 이온음료, 발효유, 와인, 맥주, 숙취음료 등으로 인한 부식유발이 보고되고 있다⁸⁾. 이와 같이 다양한 질병이지만 산성 음식과 같은 식이 요소가 주된 외인성 요인으로 알려져 있는⁹⁾ 치아부식은 예방에 중점을 두는 것이 더욱 중요하다.

치아부식 예방 물질로는 치아부식증의 예방과 관련하여 Larsen와 Nyvad¹⁰⁾은 pH 4에 해당하는 오렌지주스에 칼슘과 인을 첨가한 후 7일 동안 치아시편을 침지하였을 때 치아부식이 발견되지 않음을 보고하였고, Jendsdottir 등¹¹⁾도 청량음료에 칼슘과 인을 첨가하였을 경우 치아부식의 가능성을 감소시킨다고 하였다. Kim¹²⁾의 유산균발효유에 다양한 농도의 칼슘을 첨가하여 치아부식 예방에 유의한 적정 칼슘농도를 알아보기 위한 연구에서는 0.5%의 함량으로 완벽하지는 않지만 유의미하게 치아부식을 예방할 수 있음을 관찰했다.

2015년 농수산식품 유통공사에서 주류 구매 및 소비경향이 있는 20-50대 성인 500명을 대상으로 실시한 설문조사에서는 과일소주를 마셨다고 보고한 응답자들의 비율이 81.4%에 달하였고³⁾ 제조사에 따라 과일소주의 경쟁이 더욱 치열해질 전망으로 보인다. '과일소주'로 알려진 일부 리큐어 제품들은 발효되지 않은 과실이 첨가되어 있으며 구연산과 향미제가 첨가된 과일 리큐어의 치아부식능을 알아보기 위한 연구에서 리큐어 6종의 평균 pH는 2.77 ± 0.14 로 비교적 낮은 pH를 보여 치아 부식능이 있는 것으로 확인되었다³⁾. 과일소주의 강한 치아부식능력과 꾸준한 소비 및 생산에도 불구하고 과일소주 섭취에 따른 치아 부식 예방에 대한 연구는 이루어지지 않은 상태이다.

따라서 본 연구의 목적은 과일소주가 초기우식을 가진 치아에 미치는 영향과 효과적인 치아부식증 예방방법을 살펴보기 위해 과일소주의 치아부식 가능성을 평가하고 칼슘 첨가 시 치아부식 발생 감소 가능성을 확인하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 실험재료

국내에서 일부 시판중인 과일소주를 구입하여 pH를 측정된 뒤 체계적으로 판매량이 높은 회사의¹³⁾ pH가 낮은 제품을 선정하여 실험음료로 사용하였고 칼슘 첨가 부식 억제 가능성을 확인하기 위해 선정된 과일소주에 1%의 칼슘을 첨가하여 실험음료로 준비하였다. 음성대

조군으로 일반소주를 양성대조군으로는 콜라를 사용하였다. 모든 음료는 유통기한이 7일 이상 남은 제품으로 구입하였다.

2. 실험방법

2.1. pH 및 적정산도 측정

음료는 동일한 조건에서 냉장 보관하며 pH를 측정하기 6시간 동안 실온에 방치하였고 실험재료의 pH 측정은 pH meter (920A pH Meter, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)를 이용하여 측정 전 표준 완충용액을 이용하여 보정 후 과일소주 30 ml를 비커에 분주하여 측정하였다. 칼슘이 첨가된 군은 교반 하에 측정하며, 탄산이 있는 경우 1시간 이상 교반하여 탄산가스를 방출시킨 후 측정하였다. 또한 적정산도 측정은 실험재료에 1M NaOH를 0.1 ml씩 첨가하여 교반 후 pH가 5.5와 7.0이 도달할 때까지 들어간 NaOH의 양을 측정하였다. 모든 측정은 3회 반복으로 측정하였다.

2.2. 시편제작

육안으로 보아 우식 및 법랑질 형성부전이나 상아질 노출이 없는 건전한 법랑질 표면을 가진 소의 전치를 선택하여 5 mm의 원통형 시편을 취득한 후 자가 중합형 acrylic resin을 이용하여 아크릴 봉에 포매하였다. 시편을 아크릴 봉에 포매한 후 #60, #240, #600번 연마지 (Carbimet®, Buehler, USA)와 산화감마알루미나(Gamma Micropo-lish® Alumina B, Buehler, USA)를 사용하여 연마하였다.

2.3. 시편의 인공 초기 치아우식 형성

시편은 탈회용액을 이용하여 인공 초기 치아우식의 상태를 재현하였다. 인공 탈회 용액은 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Calcium Phosphate; tribasic, Sigma, USA)이 50% 포화된 0.1 M 젖산(lactic acid, Sigma, USA)을 50% NaOH (Sigma, USA)와 50% HCl (Sigma, USA)용액을 이용하여 30분간 pH 5.0을 계속 유지시킨 후 0.55 μm 여과지(Whatman No.42)를 이용하여 여과하였다. 여과된 용액은 0.2% carbopol 907 (ETD 2050, Noveon Inc., USA)을 첨가한 후 50% NaOH를 이용하여 최종 pH를 5.0으로 맞추었다. 초기 선정된 모든 시편을 탈회용액 20 ml에 넣어 37°C 항온기에서 24-48시간 처리하여 인공 초기 우식 병소를 형성하였다.

2.4. 표면 미세 경도 측정

연마 후 표면경도계(Fm-7, Future-tech Corp, Tokyo, Japan)를 이용하여 시편의 표면 경도를 Vickers hardness number (VHN)로 측정하되, 측정 시에는 시편의 상·하·좌·우 가장자리에서 1 mm 떨어진 곳에서 법랑질이 표면경도계의 압의 방향에 직각이 되도록 위치한 후 200 gf의 하중으로 10초간 압인하여 계측현미경 400배의 배율에서 압흔의 크기를 계측하고 법랑질 표면경도를 측정한 후 4 부위의 평균값을 정하였다. 정상 법랑질 표면경도는 220-240 VHN 범위의 시편을 선정하고 군간 통계적으로 유의한 차이가 없도록 분배하였다. 220-240 VHN 범위를 갖는 시편 40개를 선정하여 각 군당 10개씩 4군으로 배정하였다.

Table 1. Characteristic of commercial fruit soju

Brand name	pH	Classification	Fruit ingredient	Manufacture
Chum-Churum Flavored-Citron	2.70±0.01	Liqueur	Citron juice 0.1%	Lotte Chilsung Beverage CO., LTD.
Chum-Churum Flavored-Peach	2.59±0.08	Liqueur	Peach juice 0.1%	Lotte Chilsung Beverage CO., LTD.
Chum-Churum Flavored-Calamansi	2.47±0.00	Liqueur	Calamansi juice 0.1%	Lotte Chilsung Beverage CO., LTD.
Jinro Grapefruit	2.47±0.00	Liqueur	Red grapefruit extract 0.015%	Hitejinro CO., LTD.
Jinro Green Grape	2.53±0.03	Liqueur	Green grape extract 0.017%	Hitejinro CO., LTD.
Joh-Eundei Sukryu	2.56±0.01	Liqueur	Pomegranate juice 0.1%	Muhak CO., LTD.
Joh-Eundei Beullubeli	2.57±0.02	Liqueur	Blueberry juice 0.1%	Muhak CO., LTD.
Joh-Eundei Kkallamanssi	2.65±0.05	Liqueur	Calamansi juice 2.5%	Muhak CO., LTD.
Bogbad-Eunbuladeo	3.10±0.02	Liqueur	Bokbunja juice 0.77%	Bohae yangjo CO., LTD.
Sunhancham	2.64±0.04	Liqueur	Green grape juice 0.3%	Kumbokju CO., LTD.

2.5. 실험음료 준비 및 시편 침지

칼슘의 부식예방 효과를 확인하기 위해 과일소주에 첨가한 칼슘은 젖산칼슘(Calcium Lactate Pentahydrate, Junsei Chemical Co, Ltd. Japan)을 사용하며 실험음료 100 ml에 젖산칼슘 1 g을 첨가하여 1% 농도가 되도록 제조하였다. 40개의 시편을 4개군으로 분배하고 준비한 실험음료를 40 ml씩 동일 용기에 분주하고, Oh와 Lee⁵⁾의 연구를 바탕으로 1분, 3분, 5분, 10분, 15분, 30분 동안 침지 시킨 후 증류수로 30초 동안 세척하였다. 칼슘을 첨가한 그룹은 칼슘이 충분히 용해될 수 있도록 200 pm 교반 하에 침지를 시행하였고 탄산이 있는 경우 또한 교반하여 탄산가스를 제거한 뒤 침지하였다.

2.6. 시편 처리 후 평가

실험군에 시간별로 처리 후 시편은 표면경도계를 이용하여 표면의 미세경도 변화를 측정하고, 주사전자현미경(JSM-7500F, JEOL, Japan)을 관찰함으로써 표면의 형태 변화를 비교하였다.

2.7. 통계처리

범랑질 시편을 침지 전과 침지 30분 후의 표면 미세경도를 비교하기 위해 paired t-test를 사용하였다. 각 군간 표면 미세경도 변화 차이를 비교하기 위해 one way ANOVA를 사용하고 통계적으로 유의한 차이가 있는 경우 Tukey test로 사후 분석을 실시하였다. 시간 경과에 따라 표면미세경도의 변화양상을 비교하기 위해 repeated measures ANOVA를 사용하고, Tukey test로 사후 분석을 실시하였다. 통계분석은 SPSS (Statistical Package for Social Science 21.0, Chicago, USA) 통계 프로그램을 이용하였다.

연구 성적

1. 국내 일부시판 과일소주 제품의 특성

시판되고 있는 일부 과일소주 제품들을 구입하여 pH를 측정하고 결과 모두 pH 4.0 이하의 값을 보여 섭취 시 치아에 부식을 유발할 가능성이 있는 것으로 나타났다(Table 1).

2. 실험음료의 pH와 적정산도

참이슬군은 pH가 7.66으로 중성을 나타내는데 비해 실험에 사용

Table 2. The pH and titratable acidity of experimental drinks

Drink	pH	Titratable acidity (ml)	
		pH 5.5	pH 7.0
Chamisul	7.66±0.08	-	-
Coca Cola	2.41±0.00	0.14±0.00	0.28±0.03
Jinro Grapefruit	2.47±0.05	1.06±0.05	1.42±0.08
Jinro Grapefruit+1% Ca	3.75±0.00	1.27±0.02	1.41±0.02

한 자몽에이슬군은 2.47로 양성대조군인 코카콜라군과 유사한 낮은 pH를 보여준다. 칼슘을 첨가한 경우 pH 값이 3.75로 조금 높아지는 것을 살펴볼 수 있으나 치아에 부식을 유발할 수 있는 pH 4.0 이하로 여전히 낮은 pH 상태를 알 수 있다. 적정산도는 양성대조군인 코카콜라군에 비해 실험음료에서 더 높은 값을 나타내는 것을 볼 수 있었다(Table 2).

3. 음료 처리 후 표면미세경도의 변화 비교

30분간 음료 섭취 전후의 표면미세경도의 비교 시 같은 군내에서 표면미세경도는 음성대조군인 참이슬군을 제외하고 모든 군에서 초기에 비해 통계적으로 유의하게 감소한 결과를 나타내 음료에 의해 표면미세경도가 약해졌음을 보여주었다.

또한 군간 비교 시 자몽에이슬군이 가장 표면미세경도 변화 값이 높고 코카콜라군과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아($P>0.05$) 치아에 부식을 유발할 위험이 높은 것으로 나타났다. 자몽에이슬-칼슘첨가군의 경우 음성대조군인 참이슬군보다 조금 더 표면미세경도가 낮아졌으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$). 또한 코카콜라군과 자몽에이슬군에 비해서는 통계적으로 유의하게 표면미세경도 변화 값이 낮아($P<0.05$) 두 군에 비해 치아에 부식을 유발할 위험이 낮은 것으로 보여진다(Table 3).

각 군별로 시간경과에 따른 범랑질 표면경도 변화 양상에는 참이슬의 경우 어떠한 시간에도 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$). 그러나 코카콜라군과 자몽에이슬군은 노출 1분에서 표면경도가 감소하기 시작하여($P<0.05$), 그 이후부터 노출시간이 증가함에 따라 지속적인 표면경도의 감소가 나타났다. 특히 자몽의이슬군은 노출 5분 이후로 표면경도가 급격히 감소하여 모든 군 중 가장 큰 표면경도차가 관찰되었다. 자몽에이슬-칼슘첨가군은 코카콜라군과 자몽에이슬군에 비해 표

Table 3. Differences in surface microhardness after treatment for 30 minutes

Unit : VHN

Experimental drink	N	Treatment		Difference**
		Before (0 min)	After (30 min)	
Chamisul	10	236.87±10.89	233.34±22.48	-3.53±27.79 ^a
Coca Cola*	10	237.32±11.07	166.61±23.25	-61.31±21.90 ^b
Jinro Grapefruit*	10	235.85±9.75	147.79±14.77	-88.03±13.05 ^c
Jinro Grapefruit+1% Ca*	10	235.34±9.73	209.87±9.61	-25.46±4.43 ^a

Values are mean±SD.

* $P<0.05$, by Paired t-test, ** $P<0.05$, by one-way ANOVA.^{a,b,c}The same letter indicates no significant difference by Tukey test at $\alpha=0.05$. **Fig. 1.** Difference in enamel surface microhardness by treatment time (1G: Chamisul, 2G: Coca Cola, 3G: Jinro Grapefruit, 4G: Jinro Grapefruit + 1% Ca). * $P<0.05$, by Repeated measures ANOVA. ^{a,b,c}The same letter indicates no significant difference by Tukey test at $\alpha=0.05$. **Fig. 2.** SEM image of enamel surface after 30 min treatment (1a, 1b: Chamisul, 2a, 2b: Coca Cola, 3a, 3b: Jinro Grapefruit, 4a, 4b: Jinro Grapefruit+1% Ca, a: $\times 10,000$, b: $\times 50,000$).

면경도가 높게 유지되는 것을 살펴볼 수 있다(Fig. 1).

4. 음료 처리 후 표면의 전자현미경 소견

음료 처리 30분 후 시편 표면의 상태는 음성대조군인 참이슬군의 경우 인공적으로 초기우식을 유발한 상태를 고려할 때 비교적 양호한 상태를 유지하고 있는 반면에 양성대조군이 코카콜라군에서 심한 표면 손상 양상을 보여주고 있다. 실험음료로 사용된 자몽에이슬군의 경

우 양성대조군인 코카콜라군과 유사하게 표면이 손상된 양상을 보여 주고 있으나, 자몽에이슬-칼슘첨가군의 표면이 상대적으로 코카콜라 군이나 자몽에이슬군에 비해 적은 표면손상 양상을 나타내고 있다(Fig 2).

고 안

주류는 소비 지출의 12대 비목에 해당하고, 최근 통계청의 2021년 3/4분기 가계동향조사 결과에 따르면 주류 비목의 지출이 전년 동일 분기 대비 12.3% 증가되었다¹⁴⁾. 우리나라 만19세부터 59세 성인을 대상으로 음주행태와 문화를 연구한 Ko 등¹⁵⁾의 보고에 따르면 일과를 마치고 여가생활의 일환으로 음주를 하는 사람이 많아, 주류는 우리 생활에서 밀접한 기호식품이라고 생각할 수 있다. 특히 과일소주는 일반소주에 비해 도수가 낮고 과일 향미가 첨가되어 알콜 냄새를 적게 느낄 수 있기 때문에 소비자들이 소비 경향이 높다¹⁾.

한편 치아우식증은 치아 경조직의 미네랄이 손실되는 질환으로, 치아우식증이 존재하는 구강환경에서 산성음료를 섭취하는 경우 우식 부위의 재광화가 억제될 뿐만 아니라 치아의 부식도 가속화될 가능성이 높다¹⁶⁾. 이에 따라 과일소주가 초기 우식치면에 미치는 영향에 대해 연구하고자 하였다.

국내 시판되는 일부 과일 리큐어의 치아 부식능을 평가하는 연구에서 과일 리큐어는 pH, 인산칼슘 용액의 pH 변화량(Δ pH)에서 소주와 오렌지 주스보다 큰 값을 보였지만, 적정산도를 비교함에 있어서는 소주에 비해 오렌지 주스, 과일 리큐어 순으로 높은 수준의 적정산도를 보였다³⁾. 또한 Lussi 등¹⁷⁾은 사람의 소구치를 음료로 20분간 담근 후 음료 처리전과 후의 표면경도를 비교했을 때 음료처리 후 치아침식이 일어났음을 확인하였고 음료들 중 특히 과일 산을 함유한 음료에서 침식이 더 심하였다고 보고하였다.

본 연구에서는 일부 시판중인 과일소주 중 pH가 낮고 소비가 많은 제품을 선정하였으며 평균 pH는 2.47이었다. 이는 시판 음료 중 부식 문제성이 크다고 알려진 코카콜라의 pH (2.41)와 유사한 수준으로 과일소주 역시 부식 유발 가능성이 있는 것으로 생각되었다. Kim 등¹⁸⁾은 낮은 pH를 가진 음료가 치아 부식에 미치는 위험성을 확인한 결과 가장 낮은 pH값을 가진 제품은 2.98로 부식을 일으킬 수 있다고 하였다. 코카콜라의 높은 치아부식능을 보고한 Youn¹⁹⁾의 연구결과와 우치시편을 일반 소주에 단순침적하여 주사전자현미경으로 관찰하였을 때 매끄럽고 손실된 곳이 없었다고 보고한 Song과 Choi⁴⁾의 연구를 바탕으로 코카콜라를 양성대조군, 참이슬을 음성대조군으로 선정하여 과일리큐어의 부식정도를 비교하고자 하였다.

선행연구들을 보면 산성 에너지음료에 nano-hydroxyapatite를 첨가하여 칼슘과 인을 보충하였을 때 부식능을 억제하였음을 보고하였고²⁰⁾, 1% 구연산 용액에 다른 농도의 칼슘을 추가했을 때 용액의 치아 부식 위험성이 줄어들음을 보고하였다²¹⁾. 또한 Kim¹⁸⁾등의 pH가 가장 낮은 구연산이 포함된 음료(pH 2.98)에 칼슘 1%를 첨가한 실험에서는 음성대조군인 생수에 비해 칼슘을 첨가한 음료에서 표면경도 값이 유의하게 증가하였고 재광화 양상을 나타내는 효과를 보였다. 이에 본 연구에서는 pH 2.47인 과일소주에 칼슘을 첨가하여 치아 부식능을 평가하고자 하였다. 칼슘농도는 구연산이 포함된 음료 부식연구의 결과⁸⁾를 참고하여 1%로 정하여 실험하였다.

본 연구결과 참이슬군은 pH가 7.66 ± 0.08 인데 비해 자몽에이슬군은 2.47 ± 0.05 로 나타났으며, 자몽에이슬-칼슘첨가군의 pH는 3.75 ± 0.00 로 높아졌으나 여전히 치아부식에 취약한 상태이다. 표면미세

경도를 관찰한 결과 같은 군내에서는 참이슬군(음성대조군)을 제외하고 다른 군에서 모두 통계적으로 유의하게 감소하였다($P < 0.05$).

적정산도는 용액의 pH 변화에 저항하도록 하는 특성으로²²⁾, 군간 비교 시 자몽에이슬군이 코카콜라군(양성대조군)에 비해 표면미세경도 변화 값이 유의하게 가장 높다($P < 0.05$) 과일소주의 높은 적정산도가 치아부식에 영향을 주었다고 생각된다.

자몽에이슬-칼슘첨가군은 참이슬군보다 조금 더 표면미세경도가 낮아졌으나 군간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고($P > 0.05$), 코카콜라군과 자몽에이슬군에 비해서는 표면미세경도 변화 값이 유의하게 낮아($P < 0.05$), 두 군에 비해 치아부식능의 위험도가 낮은 것으로 생각된다.

다른 연구들에서도 시판 음료에 칼슘 첨가 시 치아부식 위험성을 감소시키는 효과에 대해 보고하고 있는데 Kim 등²³⁾은 시판 매실음료에 칼슘 첨가 시 치아부식증을 억제하였음을 보고하였고, Attin 등²¹⁾은 구연산(1%, pH 2.21)에 칼슘, 인산염, 불소를 첨가하여 치아 미세경도 손실 예방에 관해 연구하였다. Kim 등¹⁸⁾은 홍삼음료에 1%의 칼슘첨가 시 표면미세경도의 증가를 보고하였고 Kim 등¹²⁾은 유산균 발효유에 칼슘을 첨가하여 그 함량이 높아질수록 음료의 pH가 조금씩 높아졌고 칼슘 0.5% 이상의 농도부터 칼슘이 들어가 있지 않은 유산균발효유에 비해 유의하게 높아짐을 관찰하였다.

본 연구에서는 주사전자현미경을 이용해 법랑질 표면을 더욱 미세하게 관찰하였는데, 참이슬군의 경우 표면의 상태가 비교적 양호한 반면 코카콜라군과 자몽에이슬군은 표면이 심하게 손상되어있었고 자몽에이슬-칼슘첨가군은 상대적으로 양호한 양상을 나타내고 있었다.

치아부식은 산의 종류와 노출시간 및 농도가 중요하다¹⁹⁾. 과일소주에는 구연산이 첨가되어있고 West 등²⁴⁾은 구연산이 인산보다 치아 부식을 더욱 잘 일으킨다고 보고하고 있다. Scheutzel²⁵⁾는 산성음료에 치아를 노출시켰을 때 법랑질 부식이 60분 이내에 급격하게 나타난다고 보고하였으며, 본 연구에서 탈회된 시편을 실험음료에 침지시켰을 때 30분의 시간이 부식정도에 영향을 준 것으로 사료된다. Song⁴⁾ 등은 2009년 19세 이상 성인 1인이 한번 술을 마실 때 평균 2시간이 소요됨을 보고하였고, Kim¹⁸⁾등은 구연산이 함유된 홍삼음료를 30분간 초기우식 치아에 침지시켰을 때 부식이 발생했다고 보고하였다. 위 연구의 결과를 토대로 치아가 과일소주에 노출되는 시간 동안 발생할 수 있는 치아부식을 예방하기 위한 방법을 모색해야 할 필요가 있다고 사료된다.

과일소주 섭취 시 구강 내 잔류시간을 최소화하기 위해서 가급적 물과 함께 섭취하는 것을 권하고 과도한 음주를 삼가는 것이 치아부식을 예방할 수 있는 방법으로 권장 될 수 있겠으며, 음주 직후 양치질을 할 경우 칫솔의 물리적인 힘에 의해 부식되고 거칠어진 법랑질 표면에 손상이 가해질 수 있으므로 타액으로 적절히 재광화 된 이후에 칫솔질을 권장한다²⁶⁾. 또한 과일소주를 주로 섭취하는 성인을 대상으로 치아 부식 위험성에 대한 교육이 필요할 것으로 보여진다.

또한 음주는 치주질환의 위험지표로 간주될 수 있으며²⁷⁾, 전신 건강에도 해롭기 때문에 음주 자체의 습관을 개선해야 할 것으로 생각된다.

본 연구는 우치시편을 이용해 1분, 3분, 5분, 10분, 15분, 30분 등

안 과일소주 및 대조 음료에 침지한 결과로서 구강내 타액의 영향이 고려되지 않았다. 타액에는 Ca과 P의 성분이 포함되어 있고 이들은 초기우식의 재광화에 도움을 주기 때문에 추후 연구에서는 타액에 노출되는 환경을 고려한 연구방법이 필요할 것으로 생각된다.

한편, 국가검진 및 건강검진 시 대상자의 식이습관 조사와 구강검사를 연계하여 산이 함유되어 있는 음료 및 식품의 섭취량에 따른 치아부식의 노출발생량에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

결론

본 연구에서는 초기우식치면에서 과일소주가 치아부식에 미치는 영향을 알아보고 칼슘첨가 시 발생하는 부식억제능력을 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 연구재료의 pH는 코카콜라군 2.41 ± 0.00 , 자몽에이슬군 2.47 ± 0.05 , 자몽에이슬-칼슘첨가군 3.75 ± 0.00 , 참이슬군 7.66 ± 0.08 로 나타났다.

2. 각 연구재료를 30분 처리 전 후 표면미세경도차(ΔVHN)는 자몽에이슬군(-88.03 ± 13.05)이 가장 높았고, 코카콜라군(-61.31 ± 21.90)은 낮았으며($P < 0.05$) 자몽에이슬-칼슘첨가군(-25.46 ± 4.43)과 참이슬군(-3.53 ± 27.79)은 유의한 차이가 나타나지 않았다($P > 0.05$). 시간경과에 따른 표면미세경도 변화양상을 비교할 시 자몽에이슬-칼슘첨가군이 코카콜라군과 자몽에이슬군에 비해 표면미세경도가 높게 유지 되는 것으로 나타났다.

3. 주사전자현미경으로 법랑질 표면을 관찰한 결과 참이슬군과 자몽에이슬-칼슘첨가군의 순서로 표면의 거칠기가 비교적 부드러웠으나 코카콜라군과 자몽에이슬군은 평창히 거칠고 부서져있는 형태의 표면을 보여주어 많이 손상되어있음을 보여주었다.

위와 같은 결과를 종합해볼 때 초기우식을 가진 치아 경조직에 pH가 낮은 과일리큐어의 섭취는 치아표면경도를 감소시키고 손상을 유발해 치아부식의 위험성을 높일 가능성이 있는 것으로 생각된다.

따라서 치아우식 위험도가 높은 소비자들의 구강건강을 위해 pH가 낮은 과일리큐어의 구입 또는 섭취시 이러한 치아부식의 위험성을 인지하고 손상을 최소화할 수 있는 방향으로 식이지도방법을 모색할 필요가 있다. 또한 제조회사에서는 제품을 제조와 관련하여 적정량의 칼슘 첨가 등과 같은 치아부식의 위험을 낮추어 소비자의 구강건강을 보호할 수 있는 방법을 고려할 필요가 있다고 생각된다.

ORCID

Su-Na Lee, <https://orcid.org/0000-0001-5750-1701>

Na-Yeoung Kim, <https://orcid.org/0000-0003-3526-2951>

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

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

References

1. Ministry of Agriculture FaRA. 2015 Current status of processed food segment. Naju:Ministry of Agriculture FaRA;2015:1-141.
2. Noh YJ. A study on alcoholic beverages consumption of female consumers : focusing on a consumption of fruit liqueur[master's thesis]. Seoul:The Graduate School of Sangmyung University;2016. [Korean].
3. Park SW, Kim SK, Jung EH, Kwon HK, Kim BI. Erosive potential of several fruit-flavored liquors in Korea. K Dent 2016;54:521-528.
4. Song AH, CHoi CH. Effect of commercial alcoholic drinks on sound enamel surface of bovine teeth. J Korean Acad Oral Health 2013;37:180-186.
5. Oh HN, Lee HJ. The effect of energy drink on enamel erosion. J Dent Hyg Sci 2015;15:419-423.
6. 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.
7. Sanchez GA, Fernandez De Preliasco MV. Salivary pH changes during soft drinks consumption in children. Int J Paediatr Dent 2003;13:251-257.
8. Lee HJ, Hong SJ, Choi CH: Erosive effect of hangover-curing beverages on enamel surface. J Korean Acad Oral Health 2013;37:119-125.
9. Zero DT. Etiology of dental erosion-extrinsic factors. Eur J Oral Sci 1996;104:162-177.
10. 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.
11. Jensdottir T, Bardow A, Holbrook P. Properties and modification of soft drinks in relation to their erosive potential in vitro. J Dent 2005;33:569-575.
12. Kim KH, Kim DE, Kim AO, Shin AR, Jeong SS, Choi CH. A study of dental erosion prevention by calcium contents of fermented milk. J Korean Soc Dent Hyg 2017;17:969-981.
13. FNTIMES. fruit liquer [Internet]. FNTIMES. [cited 2021 Dec 14]. Available from: https://cnews.fntimes.com/html/view.php?ud=202112102229242566dd55077bc2_18.
14. National Statistical Office [kostat, Internet] National Statistical Office;[cited 2021 Dec 09]. Available from: <http://kostat.go.kr/assist/synap/preview/skin/miri.html?fn=edc47130570300318120146&rs=/assist/synap/preview>
15. Ko S, Sohn A. Behaviors and culture of drinking among Korean people. Iran J Public Health 2018;47:47-56.
16. Kim JE, Jeong SS, Chung KH, Choi CH. Prevention of dental erosion in early dental caries by application of remineralizing substance to fermented beverage. J Korean Acad Oral Health 2020;44:194-198.
17. Lussi A, Jaeggi T, Jaeggi-Schärer S. Prediction of the erosive potential of some beverages. Caries Res 1995;29:349-354.
18. 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.
19. Youn HJ, Hong SJ, Jeong SS, Jung EJ, Ha MO, Park YN. Evaluation of dental erosion caused by some beverages on sound enamel using confocal laser scanning microscopy. J Korean Acad Oral Health 2011;35:243-250.
20. Lee HJ, Min JH, Choi CH, Kwon HG, Kim BI. Remineralization potential of sports drink containing nano-sized hydroxyapatite. Key Engineering Materials: Trans Tech Publ. K Dent 2007:275-278.
21. Attin T, Meyer K, Hellwing E, Buchallar W, Lennon AM. Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. Arch Oral Bio 2003;48:753-759.
22. 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.
23. Kim JE, Yun IG, Jeong SS, Chung KH, Choi CH. Inhibition of dental erosion through addition of calcium to commercial plum beverages. J Korean Acad Oral Health 2019;43:124-130.
 24. West NX, Hughes JA, Addy M. The effect of pH on the erosion of dentin and enamel by dietary acids in vitro. J Oral Rehabil 2001;28:806-864.
 25. Scheutzel P. Etiology of dental erosion-intrinsic factors. Eur J Oral Sci 1996;104:178-190.
 26. Barry M, Michael Kitchens. The Erosive Potential of Soft Drinkson Enamel Surface Substrate: An In Vitro Scanning Electron Microscopy Investigation. J CDP 2007;8:1-11.
 27. Amaral CSF, Vettore MV, Leão A. The relationship of alcohol dependence and alcohol consumption with periodontitis: a systematic review. J Dent 37(9), 643-651.