

## 혼합주의 종류에 따른 치아의 부식능 차이 평가

김영석  
경북대학교 치위생학과

### Difference of dental erosive potential according to the type of mixed drink

Young-Seok Kim

Department of Dental Hygiene, College of Science & Technology, Kyungpook University

**요약** 이번 연구의 목적은 pH, 적정산도, 형광소실도( $\Delta F$ )를 이용하여 혼합주의 부식위험성과 부식능에 대해 평가하고자 하였다. 실험군은 다음과 같이 분류하였다: 소주, 갈라만시+소주, 요구르트+소주, 콜라+소주, 에너지드링크+소주. 혼합주는 소주와 음료수를 7:3의 비율로 혼합하였다. pH와 적정산도(TA5.5, TA7.0; 음료의 pH를 5.5와 7.0까지 끌어 올리는데 필요한 1M NaOH의 양)는 교반하면서 pH미터기를 이용하여 측정하였다. 혼합주의 부식능은 우치를 1, 2, 4, 6시간 동안 침적하였다가 각 시간마다 꺼내어 quantitative light-induced fluorescence (QLF-D)를 이용하여 촬영, 분석하였다. 연구 결과, 혼합주는 평균 pH는  $3.17 \pm 0.50$ , 소주의 pH는  $8.6 \pm 0.01$ 를 나타내었다. TA5.5와 TA7.0는 각각 0.5~18, 0.5~23.5의 분포를 나타내었다. 요구르트 혼합주를 제외한 나머지 혼합주의  $\Delta F$ 는 시간이 지남에 따라 증가하였으며, 요구르트 혼합주에서는 부식이 나타나지 않았다. 결론적으로, 갈라만시 혼합주가 가장 강한 산성과 부식능을 보였으며, 요구르트가 가장 약한 부식능을 나타냈다. 혼합주는 치아 법랑질에 강한 부식위험성을 가지고 있으므로, 이에 대한 주의와 교육이 필요할 것으로 사료된다.

**Abstract** This study evaluates the erosive potential and effects of mixed alcohols by analyzing the pH, titratable acidity, and fluorescence loss degree ( $\Delta F$ ). Following alcohol groups were investigated: Soju, Calamansi+soju, Yakult+soju, Cola+soju, and Energy drink+soju. The ratio of soju:beverage in the alcohol mixtures was 7:3. Ed. Notes: The sentence lacks clarity. Please review if the edit correctly portrays the meaning. If not, please revise appropriately. Measurement of the pH and titratable acidity (the amount of 1M NaOH solution required to raise to pH 5.5 (TA5.5) and 7.0 (TA7.0)) of alcohols was achieved by stirring with pH meter. The erosive effect of the alcohol mixtures on bovine tooth ( $\Delta F$ ) after 1, 2, 4, and 6 hours exposure were analyzed by quantitative light-induced fluorescence (QLF-D). All the mixed alcohols in this study showed an acidic pH, lower than 4.5. The average pH of mixed alcohols was  $3.17 \pm 0.50$  whereas the pH of Soju was  $8.6 \pm 0.01$ . The TA5.5 and TA7.0 values of the mixed alcohols were 0.5~18 and 0.5~23.5, respectively.  $\Delta F$  of the three tested mixed alcohol groups (except yakult+soju group) were observed to increase in a time-dependent manner. The calamansi mixed alcohol had the highest acidity potential and erosive effect among the tested groups. Taken together, the results indicate that the mixed alcohols have a strong erosive effect and potential on dental enamel.

**Keywords** : Mixed Alcohols, pH, Titratable Acidity, QLF-D, Erosive Effect, Dental Erosion

---

\*Corresponding Author : Young-Seok Kim(Kyungpook Univ.)

email: young1224@knu.ac.kr

Received September 2, 2019

Accepted January 3, 2020

Revised September 30, 2019

Published January 31, 2020

## 1. 서론

2015년 통계에 따르면 우리나라 15세 이상 성인의 알코올 소비량은 9.1리터로 OECD 국가 평균인 9.0리터와 유사하다고 보고되었다[1]. 이러한 알코올 소비량은 증가 추세를 보이고 있는데 그 이유는 혼술 등 음주문화가 확산하고 대형마트에서 수입맥주를 묶어 싼값에 파는 마케팅등으로 분석하고 있다[2]. 연령별 음주율로는 남성에서는 30대, 여성에서는 20대에서 가장 높게 나타나고 있으며, 특히 2017년 보고에 따르면 여러 가지 주종이나 다른 음료수 또는 과일 과즙을 섞어 마시는 혼합주의 경험자가 점점 늘어나 2016년 50.1%에서 2017년에는 55.7%로 증가하였다고 보고하였다.

이러한 혼합주의 음주습관은 폭음으로 이어지며, 과도한 음주는 200가지 이상의 질병과 손상의 주요원인이며, 조기사망이나 장애로 이어질 수 있다(WHO, Alcohol, Fact sheet). 또한 낮은 pH의 알코올음료는 치아부식을 일으킬 가능성이 크다[3]. 치아부식은 미생물이 아닌 산성물질에 의하여 치아경조직이 비가역적으로 손상되는 것을 의미한다. pH 5.5 이하의 용액 일정 시간 치아에 머무르게 되면 생화학적으로 치아탈회가 발생하며, 4.5이하의 pH에서는 화학적으로 부식을 일으킬 수 있다[4]. 선행연구에 의하면, 요구르트나, 콜라 같은 낮은 pH를 자주 섭취하는 경우 치아부식의 위험성이 크다고 보고하였다[5, 6].

최근 연구에 따르면 일반적인 소주 자체는 pH가 7.0 이상으로 약알칼리성을 나타내 부식능이 없는 것으로 보고되었지만, 과일향이 첨가된 리큐어의 경우 그 pH가 2.56-2.91까지 산성으로 나타났으며, pH가 5.5와 7.0까지 회복되는 데 필요한 1 M NaOH 용액의 양(TA<sub>5.5</sub>, TA<sub>7.0</sub>)이 각각 4.00 ~ 6.00, 6.00 ~ 9.00 ml로 보고되어 치아부식을 일으킬 가능성이 있다고 하였다[3, 7]. 또한 외국에서 젊은 층에서 많이 소비되는 alcopop의 경우 맥주나 보드카에 천연과일을 혼합하여 가볍게 즐기는 주종으로, 많은 연구에서 alcopop이 pH 4.0 이하의 pH를 가지고 있으며, 완충능 검사에서도 TA<sub>7.0</sub>이 15.52 ~ 31.26 ml로 과일향 리큐어보다 큰 것으로 나타났다[8]. 또한 다양한 alcopop에 우치를 24시간 침적하였을 때, 오렌지 주스와 비슷한 침식상태를 나타냈다고 보고하였다.

이러한 결과로 봤을 때 기존에 산성의 pH를 가지고 있는 것으로 알려져 있는 음료들을 일반 소주와 섞어서 섭취할 경우에도 치아의 부식을 야기할 가능성이 있을 것으로 사료된다. 하지만 아직 국내에서 이러한 혼합주에 대한 부식 위험에 대한 연구가 제대로 이루어지지 않은 실정이다.

따라서 이번 연구에서는 소주와 다른 음료와 혼합한 혼합주의 pH, 적정산도 및 실제 치아에 미치는 부식정도를 분석하여 치아에 대한 부식능에 대한 비교평가를 수행하고자 하였다.

## 2. 본론

### 2.1 연구재료 및 방법

#### 2.1.1 실험 음료의 선정

실험 음료는 Table 1에서 보는 바와 같이 선정하였다. 소주는 국내에서 일반적으로 많이 소비되는 것을 선택하였으며, 혼합음료로는 소주와 많이 섞어 마시는 과일 과즙 원액, 요구르트, 탄산음료, 고카페인 에너지 음료로 선정하였다. 모든 실험 음료는 실험 직전까지 4℃에 냉장하여 보관한 뒤 사용하였다.

Table 1. The drinks used in experiment

	Brand name	manufacturer
Base alcohol	Cheumcheum (17.5%)	Lotte Chilsung
	calamansi juice 100%	Seokwang
Mixed beverage	Yakult	hankook yakult
	cocacola	Coca Cola Korea
	Hot6	Lotte Chilsung

#### 2.1.2 pH 측정

pH meter(Orion star A214; Thermo Orion, Beverly, CA, USA)를 이용하여 실험에 사용된 주류와 음료의 pH를 측정하였다. 실험음료 4종(칼라만시, 요구르트, 콜라, 핫식스; 각 20 ml)과 소주의 각 pH를 측정하고, 각 소주와 음료를 7:3 비율로 희석한 혼합주 20 ml를 교반하면서 pH를 측정하였으며 3회 반복측정 뒤 평균값으로 나타내었다.

#### 2.1.3 완충능 측정

실험음료의 완충능 평가를 위해 적정산도(Titratable acidity, TA)를 측정하고자 하였다[9, 10]. 이를 위해 1 M 수산화나트륨(Sodium hydroxide, NaOH)을 첨가하여 그 pH가 각각 5.5(TA<sub>5.5</sub>)와 7.0(TA<sub>7.0</sub>)이 될 때까지 첨가된 양을 측정하였다. 먼저 실험 혼합주 100 ml의 pH를 측정한 뒤, 1 M NaOH를 0.5 ml씩 첨가하며 pH의

변화를 확인하였다. pH 5.5가 될 때까지 필요한 1M NaOH 양을 먼저 기록한 뒤, pH 7.0이 될 때까지 추가적으로 반복하여 주입하고 첨가된 1 M NaOH의 양을 기록하였다. 실험 음료의 적정산도는 3회씩 반복 측정하였으며, 그 평균값을 계산하였다.

2.1.4 Quantitative light-induced fluorescence-Digital (QLF-D)를 이용한 치아 부식정도 측정

우식이나 결함이 없는 우치의 전치부 부분을 3×5mm<sup>2</sup>을 잘라서 아크릴레진에 매몰한 뒤, sand paper를 이용하여 편평하게 연마하였다. 시편의 1/2 부분에 투명 테이프를 부착하고, 내산성 바니쉬를 시편에 코팅한 뒤, 투명 테이프를 제거하였다. 이후 소주와 혼합주 4종의 20 ml에 각각 침적한 뒤, 1, 2, 4, 6시간 마다 시편을 꺼내어 QLF-D로 일반사진과 형광사진을 촬영하고 전용 분석프로그램을 이용하여 부식정도를 나타내는 형광 소실값 'ΔF'를 측정하였다.

2.1.5 통계분석

시간에 따른 침적된 시편의 법랑질 형광 소실값(ΔF) 차이의 유의성검정을 위해 일원배치 분산분석을 사용하였고 사후 검정으로 tukey를 이용하였다. 통계분석은 SPSS (Statistical Package for Social Science 25.0) 통계프로그램을 사용하였다.

2.2 연구결과

2.2.1 실험 음료의 pH

Table 2. Different variables measured for the tested drinks. pH, TA<sub>5.5</sub>, TA<sub>7.0</sub> measured for test drinks.

	pH	TA <sub>5.5</sub>	TA <sub>7.0</sub>
Cola + soju	3.01 (0.04)	<0.5 (0.00)	0.5 (0.00)
Yakult + soju	3.76 (0.02)	1.5 (0.00)	2 (0.00)
Calamansi + soju	2.57 (0.07)	18 (0.50)	23.5 (1.00)
Energy drink + soju	3.34 (0.12)	1 (0.00)	1.5 (0.00)
Soju	8.60 (0.01)	0 (0.00)	0 (0.00)
Cola	2.45 (0.03)	1 (0.00)	3.5 (0.00)
Yakult	3.54 (0.06)	5 (0.00)	7 (0.00)
Energy drink	3.16 (0.08)	2.5 (0.00)	4.0 (0.00)
Calamansi	2.25 (0.18)	70 (1.00)	86.5 (1.00)

pH, TA<sub>5.5</sub>, and TA<sub>7.0</sub> indicate mean value (standard deviation).

실험 결과 실험음료의 pH는 Table 2와 같이 나타났다. 소주를 제외한 혼합주와 음료 모두 2.25 ~ 3.76의 산성을 나타내었다. 특히 혼합한 음료 중 칼라만시 원액이 2.25로 가장 강한 산성을 나타냈으며, 요구르트가 3.54로 가장 높게 나타났다. 음료와 소주를 혼합한 혼합주에서도

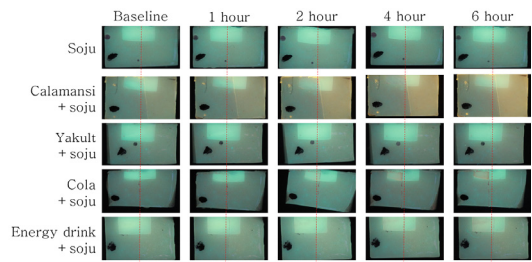
음료와 마찬가지로 순서로 pH가 나타났다. 칼라만시 혼합주의 경우 2.57로 혼합주에서 가장 낮게 나타났으며, 요구르트 혼합주의 경우 3.76으로 가장 높게 나타났지만 모두 pH 4.0이하로 산성을 나타내었다. 이와 대조적으로 소주는 8.60의 pH로 약알칼리성을 나타내는 것으로 보였다.

2.2.2 실험 음료의 완충능

실험 음료의 완충능인 TA<sub>5.5</sub> 및 TA<sub>7.7</sub>은 Table 2와 같이 나타났다. 완충능의 경우 종류에 따라 그 결과가 다양하게 나타났다. 칼라만시 혼합주를 제외한 나머지의 경우 TA<sub>5.5</sub>와 TA<sub>7.0</sub>의 값이 0.5 ~ 2 ml로 나타났다. 콜라의 경우 0.5 ml의 1M의 NaOH만 첨가하여도 바로 pH가 7.0으로 상승하여 TA<sub>5.5</sub>는 0.5 ml미만으로 측정되었다. 그에 반해 칼라만시 혼합주의 경우 TA<sub>5.5</sub>와 TA<sub>7.0</sub>이 각각 18 ml과 23.5 ml로 가장 높은 값을 보였다. 또한 칼라만시 원액의 경우 TA<sub>5.5</sub>와 TA<sub>7.0</sub>이 70 ml와 86.5 ml로 다른 음료에 비해 매우 높은 수치를 나타내었다. 소주의 경우 pH가 7.0 이상으로 완충능 측정이 불가능하여 0으로 표기하였다.

2.2.3 실험 음료의 부식능

혼합주에 침적한 뒤 1, 2, 4, 6시간 마다 우치의 부식정도를 측정한 결과는 Table 3과 Fig. 1처럼 나타났다. 소주와 요구르트 혼합주를 제외한 군에서 시간의 흐름에 따라 부식이 증가하는 양상이 나타났다. 특히 침적 6시간 후 칼라만시 혼합주의 경우 ΔF가 -13.78±3.54로 가장 높게 나타났으며, 형광사진 상에서도 혼합주 노출부위에 부식이 진행되어 형광이 소실된 양상이 나타났다. 또한 콜라 혼합주, 에너지 드링크 혼합주의 ΔF인 -10.88±5.01, -8.85±3.47과 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 반면 요구르트 혼합주의 경우 6시간 침적 후에도 전혀 부식이 일어나지 않았다.



(left area: exposure area, right area: control area)  
Fig. 1. images of the specimen for each treatment group over 6h

Table 3. Mean  $\Delta F$  data for each group measured over 6 h.

	Base -line	1 hour	2 hour	4 hour	6 hour
Soju	0	0	0	0	0
Yakult + soju	0	0	0	0	0
Calamansi + soju	0	-4.78± 3.36	-8.45± 2.47	-13.35 ±3.52	-13.78 ±3.54
Cola + soju	0	-5.7± 4.05	-5.38± 3.73	-10.23 ±5.84	-10.88 ±5.01
Energy drink + soju	0	-1.35± 2.7	-1.58± 3.15	-6.53± 1.23	-8.85± 3.47
p-value		0.018*	0.001*	0.000*	0.000*

\*p-value by one-way ANOVA

### 2.3 고안

이번 연구에서는 기존에 부식능이 없는 걸로 보고된 소주에 다양한 음료를 혼합하였을 때 치아에 미치는 부식능을 연구하고자 하였다. 일반적으로 치아부식에 영향을 주는 요인으로는 pH뿐만 아니라 음료의 완충능, 적정 산도, 노출시간등이 영향으로 주는 것으로 알려져 있다 [11]. 특히 완충능 및 pH는 산성 음료의 부식능을 결정하는 데 가장 중요한 화학적 변수로 일반적으로 임계 pH 5.5 이하에서 법랑질 용해가 발생하지만, pH 8.0 이상에서도 침식이 천천히 발생할 수 있다고 보고하였다[12, 13].

선행 연구에서는 대부분의 소주는 pH가 약알칼리성이었으며, 이에 침착한 뒤, scanning electron microscope(SEM)로 관찰하였을 때, 법랑질의 표면에서 부식의 양태를 확인할 수 없었다고 보고하였다[3]. 하지만 이러한 소주 중에서도 과일향이 첨가되어있는 리큐어의 경우에는 같이 첨가된 구연산뿐만 아니라 과일농축액에 포함된 다양한 산에 의하여 산성의 pH를 나타낸다고 하였다. 특히 이러한 과일향 리큐어뿐만 아니라 alcopop, 와인의 경우 낮은 pH 뿐만 아니라 적정산도에 필요한 1M NaOH의 양도 많은 것으로 보고하였다[7].

이번 연구에서도 과일 과즙 원액인 깔라만시의 경우 pH 2.25의 낮은 산성을 보였으며, 소주와 혼합한 뒤에도 2.57의 산성을 나타냈다. 이러한 결과는 다양한 리큐어에 대해 연구한 선행연구에서 pH 2.56과 2.60으로 가장 낮은 pH를 나타낸 유자가 함유된 리큐어와 유사하게 나타났다[7]. 이는 유자와 비슷하게 깔라만시가 신맛을 내는 과일이기 때문인 것으로 사료된다. 하지만 완충능의 경우는 선행연구와 많은 차이가 나타났는데 깔라만시 혼합주의 경우 TA<sub>5.5</sub>와 TA<sub>7.0</sub>이 각각 18 mℓ와 23.5 mℓ인데 반해 선행연구에서 과일 리큐어의 경우 각각 5 mℓ와

6.5-7 mℓ로 낮게 보고되었다. 이러한 결과는 과일 리큐어의 경우에는 실제 함유된 과일농축액은 0.1%정도로 매우 적게 들어있지만 이번연구에서 사용된 깔라만시 혼합주는 소주와 과일 과즙 원액을 7:3으로 혼합한 고농도로, 과일 농축 원액에 포함된 과일산과 구연산이 완충능력을 저해했을 것으로 사료된다.

특히 깔라만시 원액의 경우 TA<sub>5.5</sub>와 TA<sub>7.0</sub>이 70 mℓ와 86.5 mℓ로 1M NaOH가 매우 많이 필요했기 때문에 과일 농축 원액을 그대로 섭취시 치아 부식 위험이 더욱 높아질 것으로 보인다. 또한 alcopop 중 레몬이 들어간 보드카의 TA<sub>7.0</sub>이 23.26으로 깔라만시와 비슷하게 나타났는데[8], 이는 레몬의 함량보다는 보드카에 들어있는 산의 유형에 따라 강한 치아부식이 나타났을 것으로 사료된다. 치아부식은 음료 내 전체적인 산의 함량이나 음료를 구성하는 산의 유형에 따라 부식 가능성이 결정된다. 따라서 같은 pH를 나타내더라도 치아부식은 다르게 나타날 것이다.

콜라 혼합주의 경우 요구르트 혼합주에 비해 pH가 낮음에도 불구하고 완충능의 경우 TA<sub>5.5</sub>와 TA<sub>7.0</sub>에 필요한 1M NaOH의 양이 더 적게 필요한 것으로 나타났다. 또한 부식정도를 나타내는 F의 값을 보면 요구르트 혼합주의 경우 시간의 흐름에도 전혀 부식이 나타나지 않았지만 콜라 혼합주의 경우 6시간 후  $\Delta F$ 의 값이 -10.88±5.01으로 높은 부식정도를 나타냈다. 이러한 결과는 요구르트에 치아시편을 침착한 경우 법랑질 표면의 부식이 나타났다고 보고한 선행연구와는 다른 결과이다[14, 15]. 몇몇 선행연구에서는 액상발효음료에서 우치를 침착한 뒤 표면미세경도의 감소와 법랑질 표면의 부식이 나타났다고 보고하였다. 하지만 다른 몇몇 연구자들에서 요구르트가 침식을 일으키지 않았다고 보고하였다[16, 17].

연구에 따라 요구르트의 부식능력에 대한 의견이 다른 이유로는 첫번째로 실험의 디자인에 따라 다른 것으로 볼 수 있다. pH cycling이나 침적시 교반을 병행했거나, 실제 타액을 같이 사용하여 미생물 영향의 여부에 따라 그 결과가 달라질 수 있을 것으로 사료된다. 이번 연구에서는 교반 없이 단순 침적만으로 진행하였으며, 실제 구강내 미생물 환경을 모사하지 않았기 때문에 실제 구강내에서 나타날 수 있는 결과와 차이가 있을 수도 있다. 두번째로 실험 음료에 따른 차이에서 결과의 차이가 나타날 수 있다고 사료된다. 같은 발효유 요구르트라고 하더라도 회사에 따라 칼슘과 인을 첨가하기도 하며 그 함량은 제조사에 따라 차이가 크다. 실제로 음료에 들어간 칼슘이나 인, 불소의 함량이 치아부식을 억제한다고 보고

하였으며[18], 이번 연구에 사용된 요구르트에도 칼슘이 32 mg/80 ml 포함되어 있었다. 또한 소주와의 혼합으로 인해 그 농도가 희석되어 실제 부식에 영향을 미치지 않았을 것으로 사료된다.

이번 연구에서는 실제 구강 내에서 일어날 수 있는 상황보다 과장되게 실험을 진행하였지만, 한번 술자리가 시작되면 장시간동안 음주가 진행되기 때문에 구강 내의 산성환경이 오랫동안 지속될 수 있을 것으로 보인다. 따라서 음주 중간에 물을 지속적으로 섭취하여 구강 산성 물질을 씻어내고 음주가 끝난 후에는 꼭 칫솔질을 통해 구강내 잔여 산성물질이 남지 않도록 관리하여야 치아 부식을 방지할 수 있을 것으로 보인다. 또한 단순히 음료의 pH나 적정산도만으로 치아 부식의 여부를 판단하기는 어렵기 때문에 실제로 치아에 어떤 영향을 미치는지에 대한 상세한 연구가 필요할 것으로 보인다. 실제 구강내의 미생물이나 완충능, 실제 해리되는 산의 양 정도를 완벽하게 재현할 수 없었기 때문에 이후에 이러한 제한점을 보완하여 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 3. 결론

다양한 산성 음료와 혼합된 소주의 부식능을 확인하기 위해 pH와 완충능, 그리고 부식정도를 나타내는  $\Delta F$  값의 변화량을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 혼합주 4종의 평균 pH는  $3.17 \pm 0.50$ 으로 모든 혼합주가 산성의 pH를 나타내어 치아 부식능이 있는 것으로 나타났다.
2. 완충능 평가 결과, 적정산도에 필요한 1M의 NaOH의 양이 0.5~23.5 ml로 다양하게 나타났으며, 그 중 깔라만시 혼합주의 필요 NaOH의 양이 가장 높아 치아에 부식을 나타낼 가능성이 가장 크게 보였다.
3. QLF-D를 이용하여 우치 시편의 부식정도를 비교한 결과, 깔라만시 혼합주에서  $\Delta F$ 가  $-13.78 \pm 3.54$ 로 가장 크게 나왔으며, 콜라, 에너지 음료 순으로 부식이 나타났다. 하지만 요구르트 혼합주에서는 부식이 나타나지 않았다.

이러한 결과를 종합해 볼 때, 단순한 소주의 섭취가 아닌 혼합주의 섭취는 낮은 pH와 적정산도에 의해 치아 부식능이 있으며, 이에 따른 치아 부식을 예방하기 위해서는 혼합주의 섭취 후 물로 자주 입안을 헹구거나 칫솔질을 통해 구강내 산성 환경을 완화 시켜줘야 할 것으로 보인다.

### References

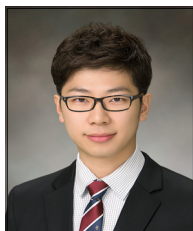
- [1] OECD. Organisation européenne de coopération économique. Health at a glance 2017 : OECD indicators. Paris: OECD; 2017, pp.215.
- [2] H. K. Lee. "alcohol advertisement/marketing and drunken problem", *Korean society of alcohol science and health behavior conference*, SEOUL, KOREA, pp.25-44, 2017.
- [3] A. H. Song, C. H. Choi, "Effect of commercial alcoholic drinks on sound enamel surface of bovine teeth", *Journal of Korean Academy of Oral Health*, Vol.37, No.4, pp.180-186, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.11149/jkaoh.2013.37.4.180>
- [4] Imfeld T. Dental erosion, "Definition, classification and links", *European Journal of Oral Sciences*, Vol.104, No.2, pp.151-155, 1996.
- [5] Davis WB, Winter PJ, "Dietary erosion of adult dentine and enamel. Protection with a fluoride toothpaste", *British Dental Journal*, Vol.143, No.4, pp.116-119, 1977. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.4803957>
- [6] Van Eygen I, Vannet BV, Wehrbein H, "Influence of a soft drink with low pH on enamel surfaces: an in vitro study", *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics*, Vol.128, No.3, pp372-327, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.03.036>
- [7] S. W. Park, S. K. Kim, E. H Jung, H. K. Kwon, B. I. Kim, "Erosive potential of several fruit-flavored liquors in Korea", *The Journal of Korean Dental Association* Vol. 54, No.7, pp.521-528 2016.
- [8] Ablal MA, Kaur JS, Cooper L, Jarad FD, Milosevic A, Higham SM, et al, "The erosive potential of some alcopops using bovine enamel: An in vitro study", *Journal of Dentistry*, Vol.37, No.11, pp.835-839, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2009.06.016>.
- [9] Shellis RP, Barbour ME, Jesani A, Lussi A, "Effects of buffering properties and undissociated acid concentration on dissolution of dental enamel in relation to pH and acid type", *Caries Research*, Vol.47, No.6, pp.601-611, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000351641>
- [10] Cairns AM, Watson M, Creanor SL, Foye RH, "The pH and titratable acidity of a range of diluting drinks and their potential effect on dental erosion", *Journal of Dentistry*, Vol.30, No.7-8, pp.313-317, 2002.
- [11] Hooper SM, Hughes JA, Newcombe RG, Addy M, West NX, "A methodology for testing the erosive potential of sports drinks", *Journal of Dentistry*, Vol.33, No.4, pp. 343-348, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2004.10.002>
- [12] Meurman JH, ten Cate JM, "Pathogenesis and modifying factors of dental erosion", *European Journal of Oral Sciences*, Vol.104, No.2, pp.199-206, 1996. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0722.1996.tb00068.x>

- [13] Barbour ME, Parker DM, Allen GC, Jandt KD, "Enamel dissolution in citric acid as a function of calcium and phosphate concentrations and degree of saturation with respect to hydroxyapatite", *European Journal of Oral Sciences*, Vol.111, No.5, pp.428-433, 2003.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0722.2003.00059.x>
- [14] K. H. Kim, K. H. Chung, "Assessment of dental erosion potential by the type of fermented milk", *Journal of Korean Society of Dental Hygiene*, Vol.17, No.4, pp.657-667, 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.13065/jksdh.2017.17.04.657>
- [15] S. J. Ko , S. S. Jeong, C. H. Choi, K. H. Kim, "pH and buffering capacity in some commercial fermented milks", *Journal of Korean Society of Dental Hygiene*, Vol.13, No.4, pp.701-711 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.13065/jksdh.2013.13.4.701>
- [16] Lodi CS, Sasaki KT, Fraiz FC, Delbem AC, Martinhon CC, "Evaluation of some properties of fermented milk beverages that affect the demineralization of dental enamel", *British Dental Journal*, Vol. 24, No.1, pp.95-101, 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-83242010000100016>
- [17] Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D, "Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials", *Journal of Dentistry*, Vol.34, No.3, pp.214-220, 2006.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ident.2005.06.003>
- [18] K. H. Kim, D. E. Kim, A. O. Kim, A. R. Shin, S. S. Jeong, C. H. Choi, "A study of dental erosion prevention by calcium contents of fermented milk", *Journal of Korean Society of Dental Hygiene*, Vol.17, No.6, pp. 969-981, 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.13065/jksdh.2017.17.06.969>

---

김 영 석(Young-Seok Kim)

[정회원]



- 2013년 2월 : 연세대학교 예방치과학 (치의학석.박사 통합과정)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 경북대학교 치위생학과 조교수

<관심분야>

치과, 치위생, 구강