Korean Journal of Clinical Dental Hygiene

Original Article

일부 시판 제로슈거 탄산음료의 치아 부식도 평가

민지현[1†], 김기림[2†], 김영석[2*]
[1]청주대학교 보건의료과학대학 치위생학과
[2]경북대학교 치위생학과

Evaluation of Tooth Erosion of a Commercial Zero-Sugar Carbonated Beverages

Ji-Hyun Min[1†], Ki-Rim Kim[2†], Young-Seok Kim[2*]
[1]Department of Dental Hygiene, College of Health and Medical Sciences, Cheongju University, Cheongju, 28503, Korea
[2]Department of Dental Hygiene, Kyungpook National University, Sangju, 37224, Korea

[†]These authors contributed equally as a first author.

[*]**Corresponding Author: 김영석,** (37224) 경상북도 상주시 경상대로 2559 경북대학교 상주캠퍼스 치위생학과, Tel: (054) 530-1424, Fax: (054) 530-1429, E-mail: young1224@knu.ac.kr

Received: November 15, 2024
Revised: November 23, 2024
Accepted: December 03, 2024

Abstract

Objective: This study aimed to compare the risk of tooth erosion between commercially available zero-sugar carbonated beverages containing synthetic sweeteners and conventional carbonated beverages. **Methods:** The groups were (1) distilled water, (2) cider, and (3) zero-sugar cider. The pH and titratable acidity of the beverages were measured, and the bovine tooth specimens were immersed in each experimental solution for 48 h. The degree of erosion was confirmed using a quantitative light-induced fluorescence digital. **Results:** Zero-sugar and regular carbonated beverages had a similar acidic pH and low titratable acidity. After immersion in carbonated beverages for 48 h, the fluorescence loss (ΔF) of enamel was -6.69±1.04 and -6.40±1.30 for regular and zero-sugar carbonated beverages, respectively, indicating erosion, with no significant difference between both groups (p>0.05). **Conclusions:** Zero-sugar carbonated beverages have similar potential for tooth erosion as regular carbonated beverages.

Key words: Alternative sweeteners, Carbonated beverages, Quantitative light-induced fluorescence, Tooth erosion, Zero-sugar

색 인: 대체감미료, 탄산음료, 정량광형광, 치아부식, 제로슈거

Copyright © 2024 by Korean Journal of Clinical Dental Hygiene. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0)

1. 서론

기존의 탄산음료에는 설탕(sucrose)이 다량 들어가 있어 구강 내 우식 유발 세균의 해당과정에 영향을 미치며, 체내 인슐린 저항성을 증가시켜 체내 당 대사에 부정적인 영향을 미치고, 과도한 칼로리를 제공하여 소아, 청소년의 치아우식증(dental caries), 당뇨, 비만 등 다양한 질병의 원인으로 알려져있다(1). 세계 각국에서는 아이들의 설탕음료 제한을 위해 과도한 설탕 함유 음료의 광고 금지, 학교에서 탄산음료 판매의 금지, 패스트푸드점에서의 탄산음료 리필 금지, 설탕세 도입 등 다양한 방법을 활용하고 있다(2, 3). 식품의약품안전처에 따르면 우리나라 국민들도 가공식품 중 음료를 통해 섭취하는 당류 섭취량이 가장 높은데 이 중에서도 탄산음료가 절반 가까이 차지하고 있는 것으로 보고하였다(4). 우리나라에서 이러한 문제를 해결하기 위해 학교 매점에서 탄산음료 판매를 금지하고, 일부 시간에 TV 방송 광고도 제한하고 있다(5).

최근 음료나 술에 들어가는 설탕 대신에 대체감미료인 아세설팜칼륨(acesulfame potassium)이나 수크랄로스(sucralose) 등을 첨가하여 단 맛을 내는 일명 제로슈거 음료가 늘어나고 있다(6). 설탕은 구강 내 세균의 에너지원으로 이용되며 대사산물로 산(acid)을 만들어내고 그 산에 의해 치아가 탈회되면서 우식증이 발생한다. 따라서 설탕은 치아우식 발생의 주 재료로 사용되지만, 대부분의 대체감미료는 설탕과 비슷한 단맛은 내지만 세균이 대사할 수 없기 때문에 산을 생성하기 못하여 비우식성 또는 저우식성으로 각광받고 있다(7). 더불어 아세설팔칼륨은 동량 설탕대비 200배, 수크랄로스는 600배의 단맛을 내면서, 설탕에 비해 칼로리는 극히 낮기 때문에 당뇨나 비만 환자들의 혈당조절을 위한 식이관리용으로 제로 음료를 즐겨 찾고 있는 실정이다(8). 국내 제로 음료 시장의 규모는 2016년 903억원 수준에서 2022년 3000억원 이상으로 6년만에 3배 이상 급격하게 성장하고 있으며, 전세계적으로도 2020년 기준 1253억 달러에서 2023년 1550억 달러로 7.0%가량 성장하였으며, 앞으로도 꾸준한 성장세를 보일 것으로 예측되고 있다(9).

제로슈거 탄산음료는 설탕의 대체감미료를 사용함으로 치아우식의 위험에서는 자유로워졌지만 여전히 음료 자체의 pH와 완충능력, 인공향료, 탄산 등의 위해성을 고려해야 한다. 탄산음료에 들어있는 이산화탄소는 탄산을 형성해 낮은 pH를 나타내지만 탄산을 제거해도 낮은 pH를 유지한다. 이러한 이유는 다양한 음료에 추가적으로 첨가하는 산의 영향이다. 스포츠음료나 과실 및 탄산음료 등에는 일반적으로 첨가되는 구연산(citric acid)은 청량감을 주면서 세균이 번식하지 못하도록 낮은 pH를 유지하기 위해 사용되고 있다(10). 또한 음료에 첨가되는 물질 중 과일에서 추출한 산 형태도 낮은 pH를 나타내는 요소라고 보고되었다(11). 이러한 낮은 pH의 첨가 물질들은 세균과 무관하게 치아 경조직의 무기질을 화학적으로 탈회시키는 치아부식(tooth erosion)을 유발할 수 있다.

선행연구에서 적정산도에 따른 다양한 음료의 부식도를 비교하였을 때, 음료의 부식도는 적정산도와 상관성이 있었으며, 탄산음료의 경우 pH 2.82과 산성적정산도 1.47 ㎖로 나타났으며, 8일간 순환과정을 시행한 후 법랑질의 표면경도 감소정도가 다른 음료보다는 약하지만 부식이 나타난다고 보고하였다(12). 제로슈거 탄산음료에도 설탕은 들어있지 않지만 부식을 유발할 수 있는 다양한 산성물질이 포함되기 때문에 자주 섭취하게 되면 치아부식의 위험성을 높일 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 제로슈거 탄산음료로 전세계적으로 많이 소비되고 있는 제로 사이다와 기존의 일반 사이다의 치아 부식정도를 비교 평가하고자 하였다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 실험 용액 준비

실험 음료는 2021년도 국내 탄산음료 브랜드 선호도 순위 중 1위이지만 색소에 의한 치아착색으로 치아부식 평가에 영향을 미칠 수 있는 코카콜라를 제외하고, 색소가 포함되지 않은 선호도 순위2위의 롯데 칠성사이다 제품군을 선정하였다. 본 연구에 사용된 실험 용액은 다음과 같다; (1) 음성대조군의 증류수(Distilled water), (2) 양성대조군인 일반 사이다(Cider, 칠

성사이다, 롯데칠성음료, 한국) (3) 실험군인 제로슈거 사이다(Zero cider, 칠성사이다 제로, 롯데칠성음료, 한국). 실험 음료에 대한 주요 성분은 제조사가 제품 표면에 표시한 내용을 조사하였다. 일반 사이다와 제로슈거 사이다는 실온에서 24시간 동안 뚜껑을 열어 탄산을 제거한 후 실험을 수행하였다.

2.2. pH 및 적정산도 측정

pH는 증류수와 탄산음료를 conical tube에 20 ㎖씩 담고 pH meter (Orion Star A211, Thermo Scientific, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. pH 확인 후 적정산도 측정을 위해 0.1 M NaOH 용액을 100 μℓ씩 첨가하면서 치아 탈회의 임계 pH인 5.5를 넘을 때까지 필요한 총량을 계산하였다. 모든 실험은 3회 반복 측정하였다.

2.3. 법랑질 시편 제작 및 음료의 처치

육안으로 확인하였을 때 마모, 침식, 균열이 없는 건전한 우치의 중절치와 측절치를 선택하여 시편 제작에 사용하였다. 치아의 순면을 원형 다이아몬드 디스크(Diamond discs, NTI-Kahla GmbH, Kahla, Germany)로 지름 7.5 mm의 원기둥으로 절단하여 총 24개의 시편을 제작하였다. 시편을 냉각수 공급 하에서 연마지(Silicon carbide paper, Daesung, Seoul, Korea)를 이용하여 400, 800, 1000, 1200 grit까지 단계적으로 연마하여 편평한 법랑질 표면을 형성하였다. 연마한 시편은 지름 8 mm의 원형 아크릴 몰드에 치과교정장치용 레진(Ortho-Jet, Lang Dental, IL, USA)을 이용하여 매몰하였다. 이후 시편의 절반에 nail varnish (top coat, Enth, Seoul, Korea)를 도포하여 정상 치아를 일부 보존하였다. 각 군당 13개씩 총 39개의 시편을 실험에 사용하였다. 증류수와 탄산음료를 conical tube에 10 ㎖씩 담고 시편 하나씩 침적하여 실온에서 48시간 동안 처치하였다.

2.4. Quantitative Light-induced Fluorescence Digital 분석

48시간 동안 증류수 및 탄산음료에 침적한 시편을 자연건조 후 부식정도를 확인하기 위하여 법랑질 표면을 Quantitative Light-induced Fluorescence Digital (QLF-D, Biluminator 2+, Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, Netherlands)로 백색 광과 푸른색 광의 형광 이미지를 얻었다(ISO 1600, shutter speed 1/30 s, AV 5.6). 형광이미지에서 건전법랑질 대비 부식 법랑질의 형광소실도(ΔF)를 분석프로그램 QA 2.0 (QA2 v 1.23; Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, Netherlands)을 이용하여 분석하였다.

2.5. 통계분석

QLF-D 분석 결과는 일원분산분석(One-way ANOVA)을 이용하였으며, Tukey 사후 분석을 통해 그룹 간 차이를 비교하였다. 유의수준은 0.05로 설정하였고, 모든 통계분석은 SPSS Statistics Ver. 27 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였다.

3. 연구결과

3.1 실험음료의 주요성분

실험음료 중 일반 사이다에는 감미료로 설탕이, 제로 사이다에는 대체감미료로 알룰로스(allulose), 수크랄로스, 아세설팜칼륨 세가지가 포함되어 있다. 그 외 성분은 두 음료가 동일하게 구연산, 이산화탄소, 정제수, 레몬라임 천연향료가 포함되어 있다(Table 1).

Table 1. Main ingredients of the experimental beverages

Groups	Brand name	Manufacturer	Sweetener ingredient	Other ingredients
Cider	Chilsung cider	Lotte Chilsung Korea	Sucrose	Citric acid, carbon dioxide, purified water, natural flavoring (lemon lime flavor)
Zero cider	Chilsung cider zero	Lotte Chilsung Korea	Allulose, sucralose, acesulfame potassium	

3.2. 실험용액의 pH와 적정산도

음성대조군인 증류수의 pH는 6.25±0.11로 중성에 가까운 수치를 나타냈다. 일반 사이다의 pH는 3.09±0.02, 적정산도는 1.67 ± 0.06 이었으며, 제로 사이다는 pH 3.15±0.02, 적정산도 1.57±0.06로 두 음료 모두 유사한 산성의 pH와 적정산도를 가진 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. The average pH and titratable acidity of the experimental solutions

Groups	Mean±SD	
	pH	Titratable acidity*
Distilled water	6.25±0.11	-
Cider	3.09±0.02	1.67±0.06
Zero cider	3.15±0.02	1.57±0.06

* The amount (㎖) of 0.1 M NaOH required to reach pH 5.5.

3.3. 형광소실도의 변화

증류수에 침적하였던 시편은 형광의 변화가 없는 것으로 나타났으며, ΔF 값도 0으로 부식이 전혀 나타나지 않았다(Figure 1, Table 3). 반면에 일반 사이다와 제로 사이다 모두 정상 치아 부위에 비해 음료에 노출된 부분이 하얗게 부식된 것을 관찰할 수 있었다(Figure 1). 증류수의 ΔF 값과 비교하여 일반 사이다와 제로 사이다 모두 통계적으로 유의하게 낮은 ΔF 값이 확인되었다(p<0.05)(Table 3). 그러나 일반 사이다와 제로 사이다의 ΔF 값은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

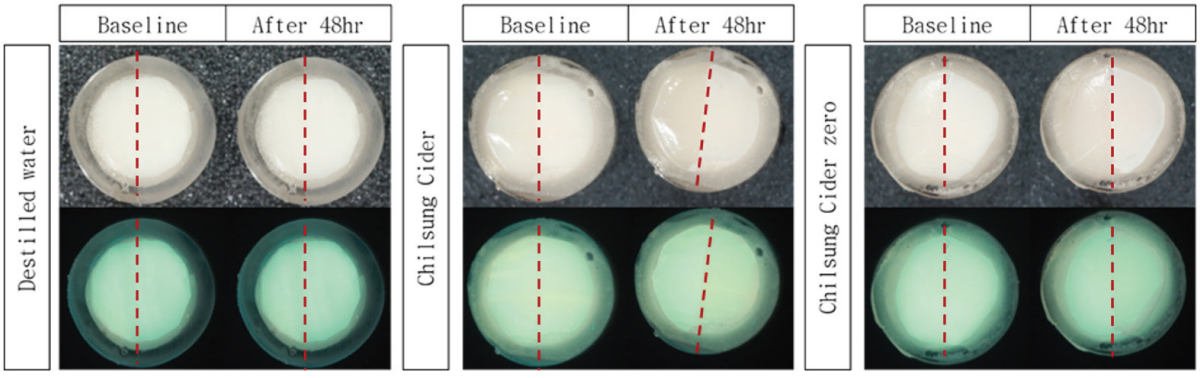


Figure 1. White light (upper line) and fluorescence images (bottom line) obtained from QLF-D. Baseline before experimental solutions treatment (left side) and images after 48 h of treatment (right side).

Table 3. Comparisons of the ΔF values after 48 h of experimental solution treatment

Groups	N	ΔF (mean±SD)	*p*-value*
Distilled water	13	0[a]	<0.001
Cider	13	-6.69±1.04[b]	
Zero cider	13	-6.40±1.30[b]	

*p-value was obtained from one-way ANOVA
[a,b] The different characters mean statistically significant differences between groups by Tukey's post hoc test at α =0.05

4. 고안

2017 ~ 2019년 우리나라 국민의 가공식품을 통한 1일 평균 당류 섭취량은 37.6 g으로 섭취 권고량인 50 g의 75.2%를 차지하고 있을 뿐만 아니라 특히 음료류는 12세 이상 모든 연령대에서 당류 섭취 기여도가 가장 높은 품목군으로 나타났다(4). 당류의 과잉섭취에 의한 다양한 전신질환의 발병의 위험에 대한 관리가 필요한데, 이러한 분위기와 맞물려 대체감미료를 활용한 음료시장의 비중이 늘어나고 있다(13). 따라서 대체감미료 첨가 식품에 대한 다양한 연구가 필요한 실정이며, 본 연구에서는 제로 사이다가 치아 경조직에 어떤 영향을 미치는지 확인하고자 하였다. 이번 연구에 사용한 음료에는 단맛을 내기 위해 일반 사이다에는 설탕이 함유되어 있었으며, 제로 사이다에는 대체감미료인 아세팔칼륨과 수크랄로스, 알룰로스가 포함되어 있는 것으로 나타났다. 2024년 한국소비자원에서 실시한 조사에 따르면 제로 탄산음료에는 대부분 아세팔칼륨과 수크랄로스를 많이 사용하는 것으로 나타났다(14). 이 보고서에 따르면 칠성사이다 제로에는 355 ㎖ 기준 아세설팜칼륨이 25 ㎎, 수크랄로스가 50 mg, 알룰로스가 6 g 들어있었으며, 그 함량이 하루 섭취 권장량의 5~6% 정도의 적은 양이라고 보고하였다(14). 이에 반해 칠성사이다에는 설탕이 355 ㎖ 기준 35 g 함유되어 있어 일일 섭취권고량의 절반 이상이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 선행연구에 따르면 인공감미료는 *Streptococcus mutans* 또는 *Streptococcus sanguinis*의 플랑크톤 성장, 산생성 및 생물막 형성을 유의하게 억제하는 것으로 나타났기 때문에 우식 위험성은 매우 낮을 것이다(7).

하지만 음료의 pH 측정 결과, 사이다와 제로 사이다 모두 pH 3정도의 강한 산성을 띄는 것으로 나타났다. 이러한 pH 수치는 선행연구에서 보고한 탄산음료의 pH와 유사하게 나타났다(15). 선행연구에서도 음료의 pH가 5.5이하인 경우에 치아부식의 위험이 있다고 보고하였으며, 이번 연구의 결과에서도 일반 탄산음료나 제로 탄산음료 모두 치아부식의 위험성을 가지는 것으로 확인되었다. 또한 pH를 5.5까지 올리기 위해 필요한 0.1 M NaOH의 양을 측정한 적정산도에서도 두 음료 모두 약 1.6 ㎖정도로 유사하게 나타났다. 선행연구에서도 동일한 칠성사이다 제품에 대해 1.47 ㎖의 적정산도를 보고하였다(12). 오렌지주스와 시판 탄산음료인 데미소다(사과맛)의 pH는 각각 3.58과 2.62이었으며, pH를 5.5까지 올리기 위한 적정산도는 각각 18.57 ㎖과 4.30으로 이번 연구에서 사용한 사이다의 적정산도보다 상당히 높은 값이었다(12). 음료의 적정산도는 pH와는 상관성이 없으며, 실제 구강에서 일어나는 치아부식에는 음료의 pH보다는 적정산도가 더 많은 영향을 끼친다고 알려져 있다(11).

QLF-D를 이용하여 사이다와 제로 사이다에 48시간 침적시킨 치아 시편의 ΔF값을 확인한 결과, 사이다는 -6.69±1.04, 제로 사이다는 -6.40±1.30로 두 음료 모두 법랑질의 부식을 유발했으며, 두 음료간 통계적 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다(p>0.05). 선행연구에서는 8일간의 pH-cycling을 통해 사이다로 인한 우치 법랑질의 ΔF를 평가하였을 때 -3.95±3.93로 부식이 나타났다고 하였다(12). 본 연구에서는 48시간 연속 탄산음료에 치아 시편을 침적하였기 때문에 중간에 인공타액의 처치가 있었던 이전 연구결과보다 ΔF값이 크게 나타난 것으로 생각된다(12).

몇몇 선행연구에서는 QLF-D가 단순히 미네랄의 함량만을 평가하기 때문에 치아의 부식을 평가하기에는 부적절하다고 주장하였다(12, 16). 하지만 이는 시편의 적절한 건조 실패와 음료의 착색물질에 의해 정확한 측정이 이루어지지 못했기 때문

인 것으로 사료된다. QLF는 치아의 병변의 무기질 소실 정도에 따라 영향을 받으며 정확한 병소의 측정을 위해서는 적절한 건조가 필요하다(17). 이 선행연구에서는 부식 시편의 자연건조 후 QLF로 측정한 ΔF값과 transverse microradiography의 ΔZ값 간 0.91의 높은 상관성이 나타나 부식평가에 QLF의 사용이 적합하다고 보고하였으며, 다른 치아부식 평가방법인 scanning electron microscope나 법랑질 표면 경도 측정 방법에 비해 비파괴적으로 치아의 무기질 소실정도를 정량화할 수 있는 방법으로 알려져있다(18). 또한 치아의 착색 부분은 형광이 소실되었다고 판단하기 때문에 과일의 색소나 탄산음료의 색소가 치아에 침착되면 정확한 부식 정도를 측정하기 어려울 수 있다. 그러나 이번 연구에서 사용한 실험 음료는 색소 성분이 함유되어 있지 않기 때문에 착색은 혼란 변수(confounding factors)로 작용하지 않았으며 QLF-D의 분석 전 충분히 시편을 건조함으로써 최대한 정확한 ΔF값을 얻고자 노력하였다.

이번 연구는 단순히 음료에 치아 시편을 침적하여 부식 정도를 확인하였으며, 48시간이라는 극한의 상황에서 시행하였기 때문에 실제 구강 안에서의 현상과는 차이가 있을 수 있다는 한계점이 있다. 또한 시판되는 다양한 제로 음료를 비교하지 못했기 때문에 추후 연구에서는 사람의 구강과 유사한 환경인 pH-cycling과 같은 실험설계과 다양한 시판 제로 음료를 평가해 보는 것이 필요할 것으로 보인다.

이번 연구 결과 대체감미료가 포함된 탄산음료 역시 기존의 탄산음료와 비슷한 부식가능성이 있는 것으로 나타났으며, 소비자들에게도 음료 소비에 있어서 이러한 위험성에 대한 교육이 이루어져야 할 것이다.

5. 결론

이번 연구는 대체감미료가 포함된 제로 사이다와 일반 사이다를 비교하였을 때 치아 경조직의 부식에 어떤 차이가 있는지 알아보고자 하였다.

1. 일반 사이다와 제로 사이다의 pH는 각각 3.09±0.02, 3.15±0.02이었다. pH를 5.5까지 상승시키는데 필요한 0.1 M의 양(㎖)인 적정산도는 일반 사이다와 제로 사이다는 각각 1.67±0.06, 1.57±0.06이었다. 두 음료 모두 유사한 산성의 pH와 낮은 적정산도를 가진 것으로 나타났다.

2. 48시간 동안 실험 용액에 침적 후 법랑질의 형광소실도(ΔF)를 확인한 결과, 일반 사이다가 -6.69±1.04, 제로 사이다가 -6.40±1.30이었으며, 두 군 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

이 실험에 사용된 제로 사이다는 일반 사이다와 비슷한 정도의 치아 부식을 일으키는 것으로 확인되었다. 따라서 소비자들에게 제로슈거 탄산음료에 의한 치아부식 위험성에 대한 구체적인 정보 제공이 필요할 것이다.

Author contributions

Conceptualization: KR Kim. Supervision: YS Kim. Funding acquisition and Investigation, Data curation, Formal analysis, Writing—original draft: JH Min and YS Kim. Writing—review & editing: KR Kim.

References

1. Basu S, McKee M, Galea G, Stuckler D. Relationship of soft drink consumption to global overweight, obesity, and diabetes: a cross-national analysis of 75 countries. Am J Public Health 2013;103(11):2071-2077. 10.2105/AJPH.2012.300974.
2. Bonnet C, Requillart V. Does the EU sugar policy reform increase added sugar consumption? An empirical evidence on the soft drink market. Health Econ 2011;20(9):1012-1024. 10.1002/hec.1721.
3. Pomeranz JL. Advanced policy options to regulate sugar-sweetened beverages to support public health. J Public Health Policy 2012;33(1):75-88. 10.1057/jphp.2011.46.

4. National Institute of Food and Drug Safety Evaluation. Teenagers, beware of excessive sugar intake during summer! : National Institute of Food and Drug Safety Evaluation;2021:1-9.
5. Kim AY, Kim JH, Kye SH. Sugar-sweetened beverage consumption and influencing factors in Korean adolescents: based on the 2017 Korea Youth Risk Behavior Web-based Survey. J Nutr Health 2018;51(5):465-479. 10.4163/jnh.2018.51.5.465.
6. Popkin BM, Hawkes C. Sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends, and policy responses. Lancet Diabetes Endocrinol 2016;4(2):174-186. 10.1016/S2213-8587(15)00419-2.
7. Zhu JH, Liu JX, Li ZY, Xi RH, Li YQ, Peng X, et al. The effects of nonnutritive sweeteners on the cariogenic potential of oral microbiome. Biomed Res Int 2021;2021:9967035. 10.1155/2021/9967035.
8. Shahriar S, Ahsan T, Khan A, Akhteruzzaman S, Shehreen S, Sajib AA. Aspartame, acesulfame K and sucralose-influence on the metabolism of *Escherichia coli*. Metabol Open 2020;8:100072. 10.1016/j.metop.2020.100072.
9. Digitalchosun. “Zero fever continues” 2.4 times growth in 5 years↑… Distribution industry fierce battle. [online] https://digitalchosun.dizzo.com/site/data/html_dir/2024/03/13/2024031380280.html. 2024.10.30.
10. Jarvinen VK, Rytomaa II, Heinonen OP. Risk factors in dental erosion. J Dent Res 1991;70(6):942-947. 10.1177/00220345910700060601.
11. Edwards M, Creanor SL, Foye RH, Gilmour WH. Buffering capacities of soft drinks: the potential influence on dental erosion. J Oral Rehabil 1999;26(12):923-927. 10.1046/j.1365-2842.1999.00494.x.
12. 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(1):13-19.
13. Kim YH, Kim SB, Kim SJ, Park SW. Market and trend of alternative sweeteners. Food Sci. Ind. 2016;49(3):17-28. 10.23093/FSI.2016.49.3.17.
14. Korea Consumer Agency. Zero drinks, sweetener content is not high compared to the daily allowance. Korea Consumer Agency;2024:1-3.
15. Korea Consumer Agency. Drinking a lot of soft drinks can cause tooth damage and weight gain. Korea Consumer Agency;2000:75-77.
16. Elton V, Cooper L, Higham SM, Pender N. Validation of enamel erosion in vitro. J Dent 2009;37(5):336-341. 10.1016/j.jdent.2009.01.006.
17. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The effect of dehydration on quantitative light-induced fluorescence analysis of early enamel demineralization. J Oral Rehabil 2004;31(2):179-184. 10.1046/j.0305-182x.2003.01217.x.
18. Joshi M, Joshi N, Kathariya R, Angadi P, Raikar S. Techniques to evaluate dental erosion: a systematic review of literature. J Clin Diagn Res 2016;10(10):ZE01-ZE07. 10.7860/JCDR/2016/17996.8634.