

숙취해소음료의 법랑질 부식에 관한 연구

이혜진^{1,2}, 홍석진^{1,3}, 최충호^{1,2,3}¹전남대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실, ²2단계 BK21 사업단, ³치의학연구소

Erosive effect of hangover-curing beverages on enamel surface

Hye-Jin Lee^{1,2}, Suk-Jin Hong^{1,3}, Choong-Ho Choi^{1,2,3}¹Department of Preventive & Public Health Dentistry, ²Brain Korea 21 Project, ³Dental Science Research Institute, Chonnam National University, Gwang-ju, KoreaReceived: July 31, 2013
Revised: September 23, 2013
Accepted: September 24, 2013**Corresponding Author:** Choong-Ho Choi
Department of Preventive & Public Health
Dentistry, School of Dentistry, Chonnam
National University, 77 Yongbong-ro,
Buk-gu, Gwang-ju 500-707, Korea
Tel: +82-62-530-5839
Fax: +82-62-530-5810
E-mail: hochoi@chonnam.ac.kr**Objectives:** The aim of present study was to evaluate the effect of hangover-curing beverages on dental erosion.**Methods:** The pH and titratable acidity of 12 hangover-curing beverages were measured. Of these, we selected Morning Care, Condition Power, and Dawn 808 as experimental beverages and distilled water as control. The concentrations of fluoride, Ca, and P were measured for all four beverages. Bovine tooth enamel samples were treated with the four beverages for 1, 3, 5, 10, 15, and 30 min. Surface microhardness (Vickers hardness number [VHN]) was measured using the microhardness tester before and after treatment. The surface of specimens was observed under a scanning electron microscope (SEM) only after treatment.**Results:** 1) The average pH of the hangover-curing beverages was 3.6 ± 0.06 . 2) The differences between the surface microhardness (Δ VHN) before and after 30-min treatment were statistically significant among all the groups ($P < 0.05$). According to SEM findings, Morning Care and Condition Power caused showed erosion of enamel surface. However, Dawn 808, which contained Ca (178.9 mg/kg) and fluoride (4.90 ppm), did not erode enamel after immersion for 30 min.**Conclusions:** Some hangover-curing beverages with low pH could induce dental erosion on enamel surface.**Key Words:** Dental erosion, Hangover-curing beverages, Micro hardness

서 론

치아 경조직 손상을 일으키는 대표적인 질환으로 치아부식증과 치아우식증이 있으며 최근 산성 음료의 영향으로 인한 치아부식증이 많이 보고되고 있다. 치아부식증은 구강 내 세균에 의해 생성된 산에 의해 치아 경조직의 무기질 손실을 가져오는 치아우식증과는 달리¹⁾ 세균의 관여 없이 산의 화학적 작용으로 인한 비가역적 치아 경조직 손실을 말한다²⁾.

이러한 치아부식증의 원인은 크게 내인성 요인과 외인성 요인으로 나눌 수 있으며 내인성 요인은 구토, 반추증에 의해 발생하는

위산의 역류와 신경성 식욕항진증 또는 신경성 식욕부진증의 환자에서 나타나고³⁾, 외인성 요인으로는 산성음식이나 산성음료의 섭취와 작업환경에서 발생하는 산성 가스나 먼지와와의 접촉 그리고 낮은 산성도의 약품이나 구강양치용액에 의해서도 부식이 유발될 수 있다⁴⁾. 여러 요인 중에 특히 산성음료의 소비와 함께 치아부식증의 발생률이 증가하였으며 산성음료는 치아부식증의 주된 원인으로 보고되고 있다⁵⁾.

Attin 등⁶⁾은 코카콜라와 오렌지 주스에서 법랑질 손실을 관찰하였으며, Birkhed⁷⁾는 스포츠 음료가 Brunton과 Hussain⁸⁾은 홍차와 허브차가, Shim 등⁹⁾은 유산균 발효유가 치아부식증을 유발

한다고 보고하였다. 뿐만 아니라 과일향이나 탄산이 함유된 미네랄 워터에서도 치아부식이 유발되었다¹⁰⁾. 2000년에 시행된 보건복지부의 음료 안전성 실태조사에 따르면 음료 90.5%의 pH는 5.5 이하이며, 음료 42종의 평균 pH는 3.5로 나타나 치아 손상의 우려를 보고하였고¹¹⁾, 한국소비자안전국에서 실시한 어린이 음료 및 발효 유 안전 실태조사에서도 음료의 평균 pH가 3.4-3.8로 낮아 치아 법랑질의 탈회 및 치아우식증 발생이 우려된다고 보고하였다¹²⁾.

2008년 국제통계연감에 따르면 한국의 1인당 알코올음료 소비량은 아시아 국가 중 1위이며 알코올 연간소비량은 8.1 L에 달한다¹³⁾. 또한 세계보건기구(WHO)의 '15세 이상 인구 1인당 순수 알코올 소비량 국제비교' 보고서에 따르면 경제협력개발기구(OECD) 30개 회원국 가운데 한국은 술을 가장 많이 마시는 나라로 보고되었으며 특히 소주, 위스키 등 20도 이상의 고도주 소비량은 한국을 제외한 나머지 29개 OECD회원국 평균 소비량의 5.6배에 이른다고 보고되었다¹⁴⁾. 이러한 음주현황과 독한 술을 많이 마시는 특성과 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 숙취해소음료 시장은 2005년 600억원에서 2007년 860억원으로¹⁵⁾ 지속적으로 성장하여 2010년에는 1200억원대 시장 규모를 이루고 있다¹⁶⁾. 이렇게 숙취해소음료의 소비가 급격히 증가함에 따라 국내에서 시판되는 숙취해소음료가 구강에 미치는 영향에 관한 연구가 필요한 상황이며, 특히 pH가 낮은 숙취해소음료의 경우 치아 경조직 손상을 야기할 위험성이 있어 이에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 숙취해소음료가 치아에 미치는 영향을 알아보고자 국내 시판중인 숙취해소음료들의 pH를 조사하고 그 중에서 가장 판매량이 높은 컨디션 파워, 여명808, 모닝케어¹⁵⁾의 치아부식증 유발가능성을 파악하기 위한 연구를 시행하였다.

연구대상 및 방법

1. 실험음료

국내 시판중인 숙취해소음료 중에서 12종을 선정하여 음료의 pH와 완충능을 측정하였고 그 중 시장점유율이 가장 높은 컨디션 파워, 여명808, 모닝케어¹⁵⁾를 실험군으로 하고 증류수를 음성대조군으로 사용하였다(Table 1).

2. 음료의 성분분석

2.1. pH측정

동일한 온도조건하에서 pH를 측정하고자 음료를 6시간 동안 실온에 방치 후 비커에 50 ml를 분주하였다. pH meter (920A pH Meter, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)는 측정치를 보정한 다음 각 군의 pH를 측정하였다. 같은 방법으로 3회씩 측정하여 평균값을 산출하였다.

2.2. 완충능 측정

pH meter는 측정치를 보정하고 음료의 pH를 측정하였다. 그 후 50 ml의 음료에 1M NaOH를 0.5 ml씩 첨가하여 전자 교반기로 균일하게 혼합한 후 안정화된 pH의 값을 측정하였으며 음료의

pH가 5.5와 7.0으로 변하는 NaOH양을 측정하였다. 같은 방법으로 3회씩 측정하여 평균값을 산출하였다.

2.3. 불소 농도 측정

표준곡선을 구하기 위하여 0.01, 0.1, 1, 10, 100 ppm의 불소 표준용액 1 ml과 TISAB II 용액 1 ml을 1:1 비율로 혼합한 후 이온분석기(Expandable ionanalyzer 940, USA)로 불소 이온전극(Orion ionplus Fluoride Electrode 9609, Orion Research, Beverly, MA, USA)을 이용해 불소를 측정하였다. 그 후 표준곡선을 그려 유의한지 확인 후 음료 1 ml과 TISAB II 용액 1 ml을 혼합하여 이온분석기로 불소이온농도를 측정하였고 각 군은 3회 반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

2.4. 칼슘, 인농도 측정

칼슘과 인의 표준용액과 전처리법에 따라 산을 사용하여 용해 후 희석한 시료를 준비하여 ICP/OES (OPTIMA 7300 DV, PerkinElmer, Shelton, CT, USA)를 이용하여 분석하였다.

3. 시편제작

3.1. 정상시편제작

전전한 법랑질 표면을 가진 소의 영구 절치로부터 직경 5 mm의 원통형 드릴을 사용하여 시편을 취득하고 자가 중합형 acrylic resin을 이용하여 아크릴 봉에 포매한 후 #60, #240, #600번 연마지와 산화감마알루미나를 사용하여 연마하였다.

3.2. 표면미세경도 측정

연마된 시편은 표면경도계(Fm-7, Future-tech Corp, Tokyo, Japan)를 이용하여 표면미세경도를 측정하였으며, 시편의 상, 하, 좌, 우 4부위를 200 gm 하중을 10초 동안 주어 측정하였다. 법랑질 표면경도가 280-320 VHN 범위를 갖는 시편 48개를 선정하여

Table 1. Hangover beverages used in the experiment

| Classification | Brand name | Manufacturer |
|----------------|---------------------------|------------------------------|
| Mixed beverage | Condition power | Cheiljedang |
| | Dawn808 | Glami |
| | Morning Care | Dong-A pharm |
| | Hutge morning happy time | Kung nam pharm |
| | Hutge thankyou | Jongkundang |
| | Good morning power | Jongkundang health |
| | Altin zero | Borung |
| | Again | Borung |
| | Doctor zero | Yakult |
| | Choa Antichake gold | Cho-a pharmaceutical company |
| | Morning power | Food science |
| | Sok-pul-eo | Wales Korea pharm |
| | Distilled water (control) | - |

각 군당 12개씩 4군으로 배정하였다.

4. 음료처리

음료는 시편을 침지하기 직전에 개봉하였고 동일한 pH를 유지하는 것을 사용하기 위해 사용 직전 pH를 바로 측정하여 사용하였다. 각 음료는 120 ml씩 동일 용기에 분주하여 사용하였고 시편은 각 1분, 3분, 5분, 10분, 15분, 30분 음료에 노출시켜 법랑질 부식을 유발하였다¹⁷⁾.

5. 음료처리 후 평가

5.1. 표면미세경도 측정

음료에 침지하여 1분, 3분, 5분, 10분, 15분, 30분 경과된 때 회수한 시편을 증류수로 1분간 세척 후 표면미세경도계를 사용하여 처리 전 표면경도를 측정하였던 부위와 인접한 4부위에서 표면경도를 측정하였다.

5.2. 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM) 분석

백금 피복된 시편은 각각 접착테이프를 이용하여 시료대 위에 고정하였고, 2 kV와 2 mA 전압의 진공상태에서 60초 동안 2회 백금으로 피복시킨(108auto, JEOL, Japan) 후 주사전자현미경(JSM-7500F, JEOL, Japan)을 이용하여 15 kV에서 50,000배의 비율에서 법랑질 표면을 관찰하였다.

6. 자료 분석

법랑질 시편을 음료에 침지하기 전과 30분 후의 법랑질 표면 미세경도 및 칼슘 첨가하기 전과 첨가 30분 후를 비교하기 위해 paired t-test를 사용하였고, 법랑질표면미세경도의 시간별 비교

는 repeated measures ANOVA를 사용하였으며, 사후검정으로 Tukey의 다중비교를 사용하였다. 통계적 유의수준은 0.05를 사용하였다. 통계분석은 SPSS (Statistical Packages for Social Science 18.0. SPSS Inc. Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하여 수행하였다.

연구성적

1. 음료 분석

1.1. 산성도와 완충능

실험에 사용된 12종의 숙취해소 음료 중 9개의 음료(컨디션 파워, 모닝케어, 헛개 모닝 해피타임, 헛개뽕큐, 굿모닝 파워, 알틴제로, 어게인, 조아 영경귀 골드, 모닝파워)에 구연산이 첨가되어 있었다. 숙취해소 음료의 산도는 2.76-4.65로 나타났다. 평균 pH는 3.6 ± 0.6 이고 알틴제로에서 2.76 ± 0.01 로 가장 낮았고 닥터제로에서 4.65 ± 0.01 로 가장 높았다. 완충능의 평균은 pH 5.5에서는 1.6 ml, pH 7.0에서는 2.1 ml로 모닝케어에서 가장 높았고 닥터제로에서 가장 낮게 나타났다(Table 2).

1.2. 음료 내 F, Ca, P 분석

숙취해소 음료의 불소 함량은 0.01-4.90 ppm으로 나타났으며, 여명808에서 4.90 ± 0.4 ppm으로 가장 높았고 컨디션파워 0.08 ppm, 모닝케어 0.01 ppm 순으로 나타났다. 칼슘은 1 kg당 178.9 mg 함유한 여명808에서 가장 높게 나타났고 모닝케어에서 11.7 mg 로 가장 낮게 함유되어 있었으며 인의 1 kg당 함량은 컨디션파워 418.91 ± 1.65 mg, 모닝케어 401.24 ± 3.37 mg, 여명808 34.65 ± 0.33 mg 순으로 나타났다(Table 3).

Table 2. The pH and titratable acidity of hangover beverages

| Brand name | pH | Titratable acidity | | Added acid |
|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------|
| | | pH 5.5 | pH 7.0 | |
| Condition power | 3.64 ± 0.02 | 2.2 ± 0.01 | 3.4 ± 0.05 | Citric |
| Dawn808 | 4.53 ± 0.02 | 0.5 ± 0.00 | 0.8 ± 0.00 | - |
| Morning Care | 3.35 ± 0.01 | 3.2 ± 0.20 | 4.1 ± 0.50 | Citric |
| Hutge morning happy time | 3.33 ± 0.01 | 1.5 ± 0.01 | 1.8 ± 0.01 | Citric |
| Hutge thankyou | 2.87 ± 0.00 | 1.0 ± 0.01 | 1.4 ± 0.01 | Citric |
| Goodmorning power | 2.90 ± 0.03 | 1.7 ± 0.01 | 2.0 ± 0.01 | Citric |
| Altin zero | 2.76 ± 0.01 | 2.0 ± 0.07 | 2.6 ± 0.10 | Citric |
| Again | 3.43 ± 0.00 | 1.5 ± 0.01 | 1.8 ± 0.01 | Citric |
| Doctor zero | 4.65 ± 0.01 | 0.3 ± 0.00 | 0.8 ± 0.00 | - |
| Choa Antichake gold | 3.76 ± 0.00 | 2.5 ± 0.01 | 2.7 ± 0.05 | Citric |
| Morning power | 4.20 ± 0.01 | 1.0 ± 0.00 | 1.5 ± 0.00 | Citric |
| Sok-pul-eo | 3.88 ± 0.01 | 1.5 ± 0.00 | 2.0 ± 0.05 | Aspartic |
| Distilled water (control) | 6.17 ± 0.01 | - | 0.01 ± 0.00 | - |

All values are mean \pm SD.

2. 음료 처리 후 법랑질경도 변화

정상법랑질 시편의 음료침지 전 표면경도는 300.0-300.7 VHN으로 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 시간에 따른 숙취해소 음료 군간에 유의한 차이가 있었고 음료에 30분 침지 후 법랑질 표면경도는 컨디션파워와 모닝케어에서 통계적으로 유의하게 감소하였다($P<0.01$).

침지시간변화에 따라 각 군은 통계적으로 유의한 표면경도 변화를 나타내었다. 표면경도변화량은 모닝케어와 컨디션파워, 대조군과 여명808에서 차이가 있었고 여명808은 대조군과 유의한 차이를 나타내지 않았다. 모닝케어와 컨디션 파워는 침지시간이 증가함에 따라 표면경도가 감소하였으며 음료 처리 전과 30분 처리 후 표면경도값은 모닝케어에서 192.64 ± 7.61 VHN으로 가장 낮은 경도값을 보였고, 컨디션 파워는 219.9 ± 16.92 VHN으로 모닝케어 다음으로 낮은 경도값을 나타냈으며($P<0.05$), 여명808과 증류수는 각각 299.29 ± 8.71 VHN, 300.25 ± 8.60 VHN으로 침지시간의 증가에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었다($P>0.05$, Table 4).

3. 음료처리 후 SEM에 의한 법랑질 표면 관찰

여명808은 증류수와 동일하게 표면이 매끄럽고 손실된 곳이 없어 보였으나, 컨디션 파워와 모닝케어에서는 부식으로 인해 거친 표면을 보였으며 또한 결정들 사이에 약간의 균열이 보였고 이러한 표면손상은 컨디션 파워보다 모닝케어에서 더 심한 것으로 나타났다(Fig. 1).

Table 3. The concentration levels of F, Ca and P in treatment groups

| | F (ppm) | Ca (mg/kg) | P (mg/kg) |
|---------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Condition power | 0.08 ± 0.00 | 42.8 ± 0.00 | 418.91 ± 1.65 |
| Dawn808 | 4.90 ± 0.40 | 178.9 ± 0.00 | 34.65 ± 0.33 |
| Morning Care | 0.01 ± 0.00 | 11.7 ± 0.00 | 401.24 ± 3.37 |
| Distilled water (control) | <0.01 | 8.0 ± 0.01 | - |

All values are mean \pm SD.

고 안

오늘날 음료는 식생활에서 많은 부분을 차지하고 있다. 식품의약품안전청에서 실시한 ‘식품 및 식품첨가물 생산실태분석 보고서(2008)’에 따르면 국내 식품 품목별 생산현황에서 음료가 3위를 차지하고 있으며 2007년도와 비교하여 8.67%에서 2008년 10.5%로 비중이 늘었다¹⁸⁾. 최근 생활수준의 향상과 소비자의 기호형태를 반영하여 다양한 음료가 생산되어 그 시장 또한 크게 성장하고 있으며 그 중 주목받고 있는 시장 중 하나가 숙취해소음료 시장이다. 지난 2005년 600억원에 불과 했던 숙취해소음료 시장은 약 1,200억원대 규모로 발전했으며 그 소비가 점차 증가하고 있는 추세이다¹⁴⁻¹⁶⁾. Hwang¹⁸⁾은 소주를 제외한 맥주, 위스키, 와인의 pH가 4.2 이하로 주류의 낮은 pH와 술로 인한 구토는 위산의 역류를 유발하여 구강내 pH를 낮게 만들어 부식증을 유발할 수 있을 것이라고 보고하였다. 이러한 주류의 치아부식증 위험과 더불어 술 섭취 전, 중, 후로 마시는 숙취해소음료 또한 치아표면의 손상을 유발할 가능성이 있다고 생각된다.

산성음료에 의한 치아 경조직의 비가역적 손실인 치아부식증에 영향을 주는 요인으로는 음료의 pH, 적정산도, 용액 내 칼슘과 인의 농도, 불소 함량, 첨가된 산의 종류 등을 들 수 있으며, 이러한 요인에 의해 치아부식증이 일어나거나 재광화가 일어날 수 있다⁶⁾. 이에 본 연구에서도 숙취해소음료의 이러한 요인들을 측정하여 치아부식증의 가능성을 평가하였다.

Lussi 등¹⁹⁾은 사람 소구치를 산성음료에 20분간 침지하여 음료처리 전 후 표면경도를 관찰한 결과, 처리 후 치아부식증이 일어남을 보고하였으며 다른 많은 연구에서도 음료의 pH와 치아부식증과의 연관성에 대해 보고하였다^{9,11)}. 본 실험에서 관찰된 12종의 숙취해소 음료의 pH는 2.76-4.65로 나타났고 pH가 4.0보다 낮은 식품은 치아부식증을 일으킬 위험이 높다고 보고한 연구²⁰⁾를 고려할 때 여명808(4.53)과 닥터제로(4.65)를 제외한 나머지 음료는 pH가 4.0보다 낮아 대부분의 숙취해소 음료가 치아부식증을 유발시킬 가능성이 있는 것으로 생각되었다.

숙취해소음료의 pH가 낮은 요인 중 하나는 청량감을 주고, 미

Table 4. Comparisons of surface microhardness according to immersion time of beverages on enamel

Unit: VHN

| Time (min) | Beverage* | | | |
|------------|------------------------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|
| | Condition power ^b | Dawn808 ^a | Morning Care ^b | Distilled water ^a |
| 0 | 300.75 ± 11.77 | 300.65 ± 10.08 | 300.06 ± 8.12 | 300.42 ± 7.30 |
| 1 | 298.64 ± 12.93 | 300.75 ± 10.39 | 298.49 ± 7.78 | 300.40 ± 7.19 |
| 3 | 291.65 ± 12.60 | 300.25 ± 10.28 | 295.13 ± 7.99 | 300.35 ± 7.18 |
| 5 | 281.66 ± 13.75 | 300.27 ± 9.33 | 282.62 ± 10.12 | 300.39 ± 7.34 |
| 10 | 264.16 ± 11.68 | 299.55 ± 9.27 | 251.11 ± 8.89 | 300.44 ± 7.27 |
| 15 | 245.30 ± 13.75 | 299.45 ± 8.73 | 231.78 ± 8.42 | 300.17 ± 7.24 |
| 30 | 219.90 ± 16.92 | 299.29 ± 8.71 | 192.64 ± 7.61 | 299.81 ± 7.53 |

All values are mean \pm SD.

*Statistically significant by repeated measured ANOVA at the 0.05 level.

^{a,b}The same letter indicates no significant difference by Tukey.

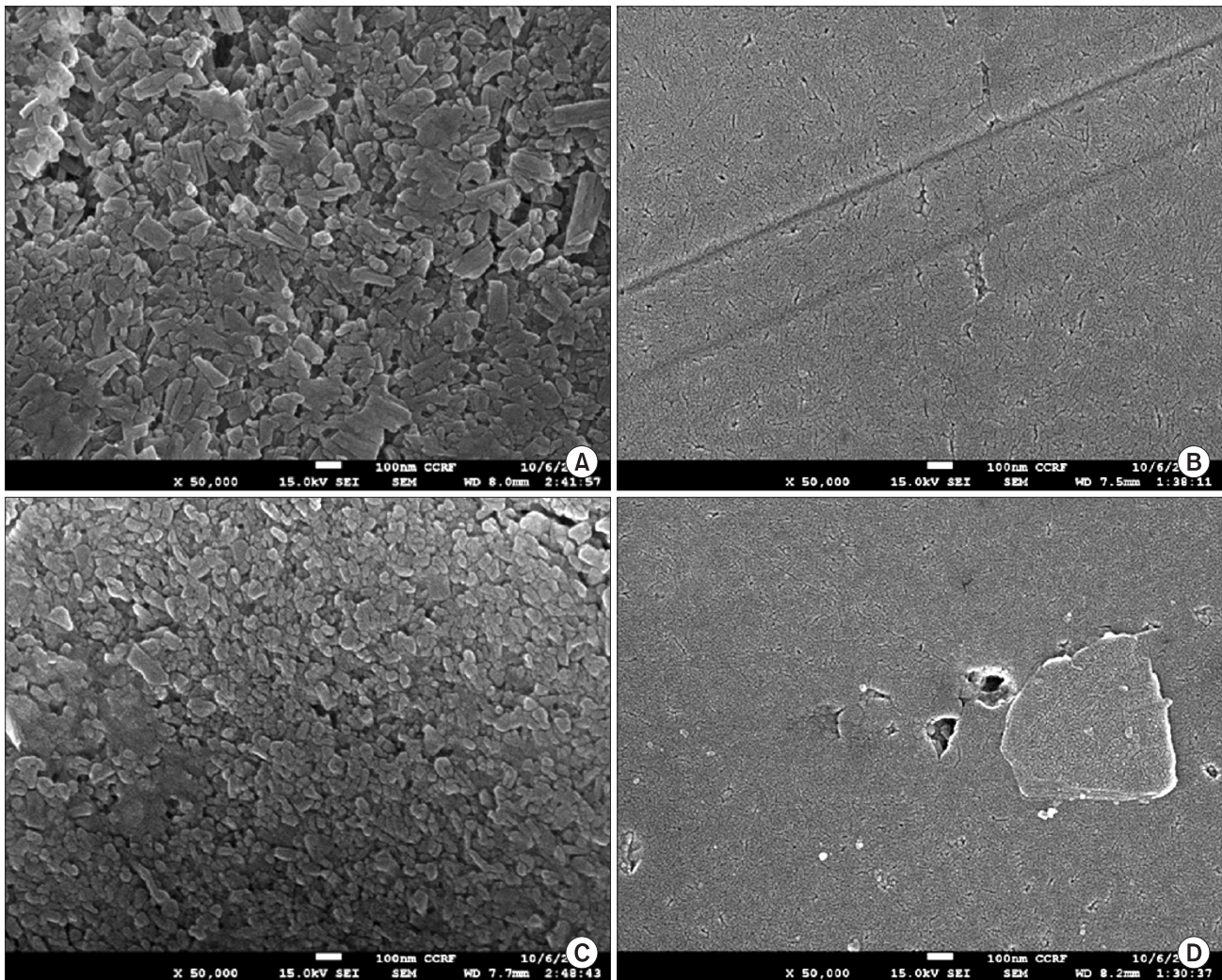


Fig. 1. SEM findings on enamel surface of experimental groups after treatment (A: Condition power×50,000, B: Dawn808×50,000, C: Morning Care×50,000, D: Distilled water×50,000).

생물의 변식을 억제하여 음료를 장시간 보존하기 위해 산을 첨가하기 때문이다. 12종의 음료 중 여명808과 닥터제로를 제외한 10종의 음료에 산이 첨가되어 있었으며 그 중 9종은 구연산이 첨가되었다. 음료첨가용 식용산으로는 구연산, 인산, 말레산 등이 가장 널리 사용되며, 동일한 pH에서 구연산이 인산이나 말레산보다 많은 치아부식증을 야기함이 보고되었다^{21,22}. 이는 구연산이 칼슘과 친화력이 있어 법랑질과 접촉하였을 때 즉각적인 반응을 나타내며 각 분자 내에 3개의 카르복실기로 인해 수소이온농도가 높게 나타나기 때문이다²³. 따라서 음료의 부식가능성을 줄이기 위하여 구연산 대신 말레산이나 사과산을 사용하기도 한다²⁴. 본 실험에서도 모닝케어와 컨디션 파워는 유사한 pH 및 칼슘, 인, 불소를 함유하고 있음에도 불구하고 구연산만 함유한 모닝케어에 비해 구연산 및 말레산과 젖산을 포함한 컨디션 파워에서 30분 후 표면 경도값이 20.61 VHN 높게 나타나 구연산의 비율을 낮추고 대체산을 같이 사용하는 것도 부식의 정도를 낮출 수 있을 것으로 생각되었다. 그리고 산의 첨가 대신 고압살균, 냉각살균 등의 기술을

사용한 여명808에서는 유의한 부식을 유발하지 않았다. 이처럼 보존제 대신 살균법 기술 사용과 구연산 대신 대체산 첨가하는 방법을 통해 부식 가능성을 낮출 수 있을 것으로 생각되었다.

칼슘과 인이 첨가된 산성 음료에서 부식이 억제된 많은 선행 연구가 있었다. Larsen과 Nyvad²⁵은 칼슘(40 mmol/l)과 인(30 mmol/l)을 첨가한 pH 4.0의 오렌지 주스에서 부식이 일어나지 않음을 보고하였고, Hooper 등²⁶은 *in situ*에서 칼슘과 인을 추가된 청량음료에서 추가되지 않은 대조군보다 부식이 억제됨을 보고하였다. 이러한 연구결과들을 바탕으로 칼슘과 인 성분이 치아 부식증억제에 중요한 역할을 하는 것으로는 생각되나 칼슘이 많이 함유된 여명808 (178.9 ppm)의 경우 치아부식증이 거의 일어나지 않은 것에 반해 상대적으로 인이 많이 함유된 컨디션파워 (419.91 ppm)와 모닝케어(401.24 ppm)에서는 상당한 양의 부식이 유발되어 추후 인이 부식억제에 미치는 영향에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

치아의 부식증에 있어서 완충능 또한 중요한 변수이다. Tah-

massebi 등²⁷⁾은 음료의 pH는 음료내 포함된 수소이온 농도의 값만을 제시할 뿐 해리되지 않은 산에 대해서는 설명하지 못하기 때문에 음료 내 산의 총량을 알 수 있는 적정산도가 부식 가능성을 더욱 정확하게 표시한다고 하였고 Larsen과 Nyvad²⁵⁾은 산성음료의 산도가 낮거나 완충능이 높은 경우에는 더 심한 부식을 유발할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 음료의 pH가 5.5, 7.0까지 도달하는데 필요한 NaOH의 양으로 완충능을 평가하였고 12종의 숙취해소 음료 중 모닝케어 pH 5.5까지 도달하는데 필요한 NaOH 3.2 ml로 완충능이 가장 높은 것으로 나타났으며, 30분 후 표면경도값도 가장 많이 감소하여 완충능이 높은 경우에 더 많은 부식을 유발한다는 Larsen과 Nyvad²⁵⁾의 연구와 동일한 결과를 얻었다.

음료에 함유된 불소의 영향에 대한 연구로는 Larsen과 Richard²⁸⁾는 음료가 불화칼슘으로 포화되었을 때 pH 3 이하에서는 부식의 감소가 일어나지 않았지만 pH 3 이상의 음료에서는 28%의 부식 억제 효과가 관찰되었다고 하였고, Sorvari 등²⁹⁾은 쥐 실험에서 15 ppm 불화물의 부식감소 효과를 보고하였으며 Hughes 등³⁰⁾은 1 ppm의 불화물을 첨가한 음료와 pH 2.15의 0.3% 구연산 용액에서 불소첨가에 의한 부식의 감소가 나타났다고 보고하였다. 반면에, Larsen³¹⁾은 8.5-25 ppm의 높은 불화물 농도는 부식의 억제에 효과가 없으며 독성학적 특성을 고려하여 6-15 ppm의 불소는 사용을 금해야 한다고 보고하였다. 본 연구에서는 4.90 ppm의 불소를 함유한 여명808에서는 부식이 일어나지 않아 불소의 부식 억제 효과가 있을 것으로 생각되며, 여명808이 오렌지 주스나 청량음료처럼 매일 마시거나 자주 섭취하는 음료가 아니라 과도한 음주 후 섭취하는 기능성 음료이고 불소함량이 6 ppm을 넘지 않는 것을 고려할 때, 여명808의 불소 함유량이 위험한 수치는 아닌 것으로 생각되었다.

본 실험에서는 타액의 영향을 고려하지 않았고, 표면경도계의 측정을 위한 연마된 법랑질 표면은 산에 빠르고 과장된 반응을 보이기 때문에 실제 구강 내 상황과 많은 부분 차이가 있을 수 있다. 또한 표면미세경도계와 SEM을 통해서만 병소를 관찰하여 병소 깊이나 표면하방의 병소양상을 관찰할 수 없는 제한점을 가진다. 따라서 추후 *in vivo*나 *in situ*의 연구가 필요할 것으로 생각되며 표면하방의 관찰을 통해 숙취해소 음료에 의한 법랑질 소실 상태를 다양하게 관찰할 필요가 있을 것이다.

본 실험결과 대부분의 숙취해소음료는 구연산을 함유하고 있으며 pH가 낮아 법랑질의 부식을 유발할 가능성이 있음을 확인할 수 있었으며, 칼슘과 불소첨가 또는 보존제 대신 살균법 기술사용과 구연산 대신 대체산을 첨가하는 방법을 통해 숙취해소음료의 부식 가능성을 낮출 수 있을 것으로 생각되었다.

결론

시판중인 숙취해소 음료의 법랑질 부식능을 알아보기 위해 pH와 완충능을 측정하고, 그 중 판매량이 가장 높은 3종을 선정하여 음료의 무기성분을 측정한 후, 음료에 1, 3, 5, 10, 15, 30분

침지하여 나타나는 양상을 표면미세경도와 SEM을 사용하여 분석한 후 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 숙취해소음료 12종의 산도는 평균 pH 3.6 ± 0.6 로 치아에 부식을 유발할 위험성이 있는 것으로 나타났다.

2. 정상법랑질을 실험 음료에 30분 처리 후 군 간의 표면경도차는 모닝케어(107.3 Δ VHN), 컨디션 파워(80.8 Δ VHN), 여명808(1.4 Δ VHN)과 증류수(0.6 Δ VHN) 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다($P < 0.05$).

3. 실험음료 가운데 모닝케어와 컨디션 파워는 대조군과 통계적으로 유의한 차이를 나타내어 치아부식증 유발 가능성이 있는 것으로 나타났으나($P < 0.01$), 불소와 칼슘을 함유한 여명808은 대조군과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 치아부식증 유발 가능성을 보이지 않았다($P > 0.01$).

이와 같이 숙취해소음료는 평균 4이하의 낮은 pH를 가지고 있어 치아표면에 부식을 유발할 가능성이 있으며 특히 pH가 낮은 술과 관련한 숙취해소음료의 섭취 시에 치아부식증 유발 가능성에 대해 인식하고 치아부식증의 유발 가능성을 낮추기 위한 고려가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Featherstone JD, Mellberg JR. Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine and human enamel. *Caries Res* 1981;15:109-114.
2. Imfeld T. Dental erosion, Definition, classification and links. *Eur J Oral Sci* 1996;104:151-155.
3. Scheutzel P. Etiology of dental erosion intrinsic factors. *Eur J Oral Sci* 1996;104:178-190.
4. Zero DT. Etiology of dental erosion-extrinsic factor. *Eur J Oral Sci* 1996;104:162-177.
5. Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of the remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900 ppm fluoride on eroded human enamel: An in situ study. *Arch Oral Biol* 2001;55:541-544.
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. Birkhed D. Sugar content, acidity and effect on plaque pH of fruit juices, fruit drinks, carbonated beverages and sport drinks. *Caries Res* 1984;18:120-127.
8. Brunton PA, Hussain A. The erosive effect of herbal tea on dental enamel. *J Dent* 2001;29:517-520.
9. Shim JH, Jeong TS, Kim S. A study on the enamel erosion by fermented milks. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2004;31:555-561.
10. Brown CJ, Smith G, Shaw L, Parry J, Smith AJ. The erosive potential of flavoured sparkling water drinks. *Int J Paediatr Dent* 2007;17:86-91.
11. Ministry of Health and Welfare. Beverages safety survey. Seoul:Ministry of Health and Welfare;2000:16-17.
12. Ministry of Health and Welfare. Fermented milk and children beverages safety survey. Seoul:Ministry of Health and Welfare;2005:5-6,12.
13. Statistics Korea. International Statistic Year book. Seoul:Statistics Korea;2008:490.
14. Donga News. Korea has fallen into the liquor jug [Internet]. [cited 2013 Jul 14]. Available from: <http://news.donga.com/3/>

- all/20011217/7770145/1.
15. Korea food information institute. Market trends of beverage for after drinking. Seoul:Korea food information institute;2009:38-43.
16. Chosun News. The war of pharmaceutical companies for hang-over beverage [Internet]. [cited 2013 Jul 14]. Available from: http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2010/01/28/2010012840017.html.
17. Shin YH, Kim YJ. Study on enamel erosion of the primary teeth caused by children beverage. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2009;36:227-234.
18. Hwang SH. Surface micro-hardness and color changes caused by commercial alcoholic drinks on composite resin material [master's thesis]. Gwangju:Chonnam National University;2010.[Korean].
19. Lussi A, Jaeggi T, Jaeggi-Schärer S. Prediction of the erosive potential of some beverages. *Caries Res* 1995;29:349-354.
20. Rytömaa I, Meurman JH, Koskinen J, Laakso T, Gharazi L, Turunen R. In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs. *Scand J Dent Res* 1988;96:324-333.
21. West NX, Hughes JA, Addy M. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids in vitro. *J Oral Rehabil* 2001;28:860-864.
22. Meurman JH, Häarköönen M, Nääveri H, Koskinen J, Torkko H, Rytömaa I, et al. Experimental sports drinks with minimal dental erosion effect. *Scand J Dent Res* 1990;98:120-128.
23. Attin T, Meyer K, Hellwig E, Buchalla W, Lennon AM. Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. *Arch Oral Biol* 2003;48:753-759.
24. Kim YJ. Effect of soft drinks on dental hydroxyapatite [dissertation]. Seoul:Dongguk University;2003.[Korean].
25. 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.
26. Hooper S, Hughes J, Parker D, Finke M, Newcombe RG, Addy M, et al. Clinical study in situ to assess the effect of a food approved polymer on the erosion potential of drinks. *J Dent* 2007;35:541-546.
27. Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon ME. Soft drinks and dental health:a review of the current literature. *J Dent* 2006;34:2-11.
28. Larsen MJ, Richards A. Fluoride is unable to reduce dental erosion from soft drinks. *Caries Res* 2002;36:75-80.
29. Sorvari R, Kiviranta I, Luoma H. Erosive effect of a sport drink mixture with and without addition of fluoride and magnesium on the molar teeth of rats. *Scand J Dent Res* 1988;96:226-231.
30. Hughes JA, West NX, Addy M. The protective effect of fluoride treatments against enamel erosion in vitro. *J Oral Rehabil* 2004;31:357-363.
31. Larsen MJ. Prevention by means of fluoride of enamel erosion as caused by soft drinks and orange juice. *Caries Res* 2001;35:229-234.