



Original Article

중학생과 고등학생에서 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험의 관련성

이은선^{ORCID}, 손소현^{ORCID}

한양여자대학교 치위생과

Association between the frequency of high-caffeine beverage intake and self-reported dental caries-related pain symptoms among middle and high school students

Eun-Sun Lee^{ORCID}, So-Hyun Son^{ORCID}

Department of Dental Hygiene, Hanyang Women's University

Corresponding Author: So-Hyun Son, Department of Dental Hygiene, Hanyang Women's University, 200 Salgoji-gil, Seongdong-gu, Seoul-si, 04763, Korea. Tel: +82-2-2290-2570, Fax: +82-2-2290-2579, E-mail: sjw7682@hanmail.net

ABSTRACT

Objectives: This study examined the association between the frequency of high-caffeine beverage intake and dental caries-related pain symptoms among Korean adolescents, and assessed whether this association differed by school level. **Methods:** Data from 54,653 adolescents who participated in the 20th Korea Youth Risk Behavior Survey (2024) were analyzed. Participants were categorized as non-, low-frequency, and high-frequency consumers of high-caffeine beverages. Dental caries-related pain symptoms were assessed using self-reported oral symptom items. Complex sample logistic regression analyses were conducted to examine the association between intake frequency and pain symptoms after adjusting for sex, academic achievement, economic status, and frequency of tooth brushing. Trend analyses treated intake frequency as an ordinal variable, and the interaction by school level was tested. **Results:** Higher frequency of high-caffeine beverage intake was associated with a greater likelihood of dental caries-related pain symptoms in both middle and high school students. Compared to non-consumers, both low- and high-frequency consumers showed increased odds of experiencing pain symptoms. A significant increasing trend was observed with a higher intake frequency (p for trend<0.001). No significant interaction was observed between intake frequency and school level. **Conclusions:** Frequent consumption of high-caffeine beverages was associated with increased dental caries-related pain symptoms among Korean adolescents regardless of their school level.

Keywords: Adolescent, Age groups, Caffeine, Dental caries

주요어: 청소년, 학교급, 카페인, 치아우식

서론

청소년기는 건강 관련 생활 습관이 형성되는 중요한 시기로, 이 시기의 생활 습관은 향후 성인기 전반적인 건강 상태에 영향을 미친다[1]. 최근 청소년의 식이 환경은 빠르게 변화하고 있으며, 고카페인을 함유한 음료의 섭취율이 증가하고 있다[2]. 커피 및 에너지 음료와 같은 고카페인 음료는 피로 해소와 집중력 향상을 목적으로 청소년들 사이에서 쉽게 선택되는 음료로 자리 잡았으며, 학교생활과 학업 스트레스로 인해 지속적으로 섭취되는 경향을 보인다[3,4].

청소년의 카페인 음료 과다 섭취는 수면 시간 감소와 수면의 질 저하를 가져오며[5-7], 우울, 불안, 스트레스 등 정신건강 문제를 유발할 수 있고[8,9], 특히 산과 당의 함량이 높은 고카페인 함유 음료의 빈번한 섭취는 구강건강 위험을 동반할 수 있다.

고카페인 함유 음료는 100 mL당 카페인 15 mg 이상을 포함한 음료를 말한다[10]. 질병관리청 보고에 따르면 우리나라 중·고등학생의 주 3회 이상 고카페인 음료 섭취율은 2014년 3.3%에서 2017년 8.0%, 2019년에는 12.2%로 꾸준히 증가하고 있다[11]. 2024년에는 청소년 중 약 23.5%가 주 3회 이상의 고카페인 음료를 섭취한다고 응답했다[12]. 이렇듯 청소년에서 고카페인 함유 음료의 섭취 빈도가 증가함에 따라, 구강내 환경이 산과 당 성분에 장시간 노출될 가능성이 제기된다.

고카페인 함유 음료에는 카페인 성분과 함께 다량의 산(pH 2.3-3.4)과 당(에너지 드링크: 20-58 g/캔, 커피음료: 평균 21.5 g/200-300 mL)이 포함되어 있어[13], 빈번한 섭취는 구강건강에 불리한 환경을 형성할 수 있다. 특히 고카페인 음료에 포함된 당류는 치면세균막 형성을 촉진하고 구강 미생물의 대사 활성을 증가시켜 치아우식 발생 위험을 증가시키며[14], 산성 성분은 치아 법랑질의 탈회를 유발하여 법랑질의 산에 대한 저항성을 감소시킨다[15]. 이러한 영향은 섭취 빈도가 높을수록 증가할 가능성이 있으며, 구강위생 관리가 충분히 이루어지지 않는 청소년 기에는 그 위험성이 더욱 커질 수 있다. 실제로 국내 청소년의 치아우식 경험률은 여전히 높은 수준으로 보고되고 있으며[16], 고카페인 음료의 반복적 섭취가 이러한 문제와 어떠한 관련성을 갖는지에 대한 관심이 필요하다.

청소년기는 중학생과 고등학생으로 구분될 수 있으며, 이 두 학교급은 학업 환경과 생활 방식, 스트레스 수준에서 차이를 보인다[17,18]. 인천 지역 중·고등학생을 대상으로 한 연구에서 편의점 편의식 섭취 빈도는 두 학교급 모두에서 높았으나, 전자기기 사용시간, TV 시청, 사교육 등 생활 습관과 편의식 섭취 간 상관관계는 학교급에 따라 다르게 나타나, 중학생과 고등학생이 서로 다른 생활 환경에 있음을 보였다[17]. 또한 고등학생을 대상으로 한 연구에서는 학업소진이 학업요구도, 부모의 성취압력, 우울 및 불안 등 정신건강 문제와 밀접하게 관련되어 있어 고등학생 시기에 학업 스트레스와 정서적 부담이 특히 높은 것으로 보고되었다[18]. 이러한 선행연구를 고려할 때, 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 간의 연관성은 단순한 연령 효과를 넘어, 학교급에 따라 상이한 학업 및 생활 환경과 스트레스 수준의 영향을 받을 수 있다. 따라서 학교급별로 층화하여 분석하는 것은 서로 다른 발달 단계와 학교 환경에서 고카페인 음료 섭취와 치아우식 관련 통증 경험의 연관성이 어떻게 나타나는지를 보다 명확하게 살펴볼 수 있다.

기존 선행연구에서는 고카페인 음료 섭취와 구강질환의 연관성을 검토하였으나[19], 본 연구는 섭취 빈도에 따른 치아우식 관련 통증에 대한 선행적 경향을 확인하고자 한다. 또한 기존 연구가 전체 청소년을 대상으로 한 반면, 본 연구는 중학생과 고등학생을 학교급별로 층화 분석을 통해 기존 연구와 차별화된 근거를 제시하고자 한다.

따라서 본 연구는 한국 청소년을 대표하는 자료를 활용하여 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 간의 연관성을 분석하고, 중학생과 고등학생으로 구분하여 이 연관성의 차이를 비교하고자 한다. 이를 통해 청소년의 고카페인 음료 섭취 특성을 고려한 구강건강 증진 및 예방에 활용할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상

본 연구는 국가승인통계 조사(승인번호 117058호) 제20차(2024년) 청소년건강행태조사를 이용하여 54,653명 중·고등학생을 대상으로 수행되었다[20]. 청소년건강행태조사는 전국 중·고등학생을 대표하는 표본으로, 모든 개인 식별 정보는 익명화 처리되어 2차 분석에 적합하다.

연구대상은 전국 중·고등학교에 재학 중인 학생으로, 모집단 층화 단계에서 39개 지역군과 학교급을 기준으로 층화한 후 표본 배분 단계에서 중학교 400개교와 고등학교 400개교를 배분하였다. 이후 각 시·도별로 중·고등학교를 각각 우선 배분한 뒤 표본학교를 배분하고 층화집락추출법을 사용하여 표본을 추출하였다. 설문에 참여한 총 54,653명의 학생을 최종 분석 대상으로 하였으며, 연구 목적에 따라 대상자를 중학생과 고등학생으로 학교급을 구분하였다.

2. 연구도구

1) 일반적 특성

대상자의 일반적 특성은 성별, 학업성적, 경제 수준을 이용하여 파악하였다. 학업성적과 경제 수준은 ‘상’과 ‘중상’을 상으로, ‘중’을 중으로, ‘중하’와 ‘하’를 하로 재범주화하였다.

2) 구강 관련 특성

구강 관련 특성으로는 칫솔질 빈도, 치아우식 관련 통증 경험을 이용하였다. 칫솔질 빈도는 하루 1회 이하, 하루 2회, 하루 3회 이상으로 재범 주화하였다.

치아우식 관련 통증 경험은 최근 12개월 동안 ‘차갑거나 뜨거운 음료 또는 음식을 마시거나 먹을 때 치아가 아픴’ 또는 ‘치아가 쑤시고 욱신거리고 아픴’에 대해 ‘그렇다’라고 응답한 경우로 정의하였다[21].

3) 고카페인 음료 섭취

고카페인 음료 섭취는 제20차 청소년건강행태조사 원문 문항을 따랐으며, ‘최근 7일 동안, 고카페인 음료를 얼마나 자주 마셨습니까? (예시: 에너지음료: 핫식스, 몬스터 에너지, 레드불, 박카스 등/커피 및 커피음료: 커피믹스, 레쓰비, 커피우유)’로 정의하였다. 본 연구에서는 고카페인 음료 섭취 빈도를 마시지 않는 군과 저빈도 섭취 군 및 고빈도 섭취 군으로 구분하였다. 최근 7일 동안 마시지 않았다고 응답하면 ‘마시지 않는 군’, 주에 1회에서 매일 1회까지를 ‘저빈도 섭취 군’, 매일 2회 이상을 ‘고빈도 섭취 군’으로 분류하였다. 고빈도 섭취군의 기준(매일 2회 이상)은 식약처의 청소년 카페인 섭취 가이드라인(체중 1kg 당 2.5 mg/일)을 참고하여 설정하였으나, 본 연구 변수는 실제 섭취량이 아닌 섭취 빈도를 측정하는 것이다[13].

3. 자료분석

중학생과 고등학생 대상자의 일반적 특성 및 건강 관련 특성은 빈도분석을 하여 가중하지 않은 빈도와 가중된 %로 제시하였다. 대상자의 특성과 치아우식 관련 통증 경험과의 연관성은 교차분석을 수행하였다. 고카페인 음료 섭취 빈도에 따른 치아우식 관련 통증 경험의 연관성을 알아보기 위해 로지스틱 회귀분석을 시행하였고, 성별, 학업성적, 경제 수준, 칫솔질 빈도를 보정하였다. 로지스틱 회귀분석의 결과는 odds ratio (OR)와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)으로 제시하였다.

연구 목적에 따라 전체 청소년을 중학생과 고등학생으로 구분한 학교급별 분석을 수행하였다. 학교급별로 고카페인 음료 섭취 빈도가 증가함에 따라 치아우식 관련 통증 경험이 일정한 방향으로 변화하는지를 평가하였다. 또한 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 간의 관련성이 학교급에 따라 차이가 있는지를 확인하기 위해 로지스틱 회귀분석을 시행하였다.

모든 분석은 복합표본설계를 반영하고 가중치를 적용하여 수행하였다. 통계분석은 IBM SPSS Statistics (ver. 31.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며, 유의수준은 0.05로 하였다.

연구결과

1. 학교급별 대상자의 일반적 특성 및 구강 건강 관련 특성

학교급에 따른 대상자의 일반적 특성과 구강 건강 관련 특성을 분석한 결과는 <Table 1>과 같다.

중학생과 고등학생 집단의 성별 분포는 유의한 차이가 없었다. 반면, 학업성적과 경제 수준은 학교급에 따라 집단 간 분포에서 유의한 차이를 보였다. 중학생 집단에서는 학업성적 ‘상’ 수준의 비율이 가장 높았던 반면, 고등학생 집단에서는 학업성적 ‘하’ 수준의 비율이 가장 높게 나타났다($p<0.001$).

경제 수준의 경우, 중학생 집단에서는 ‘상’ 수준의 비율이 가장 높았으나, 고등학생 집단에서는 ‘중’ 수준이 가장 높았으며 ‘하’ 수준의 비율도 중학생보다 높게 나타났다($p<0.001$).

칫솔질 빈도는 중학생은 하루 2회 칫솔질을 하는 비율이 가장 높았던 반면, 고등학생에서는 하루 3회 이상 칫솔질을 하는 비율이 가장 높았다($p<0.001$).

고카페인 음료 섭취 빈도 또한 학교급에 따라 차이를 보였다. 중학생 집단에서는 고카페인 음료를 마시지 않는 군의 비율이 가장 높았으나, 고등학생 집단에서는 저빈도 섭취 군이 가장 많았고 고빈도 섭취 군의 비율도 더 높았다($p<0.001$).

치아우식 관련 통증 경험은 중학생과 고등학생 간에 다소 차이를 보였으며, 고등학생에서 치아우식 관련 통증 경험 비율이 상대적으로 높았다($p<0.05$).

Table 1. Characteristics of the study population by school level (N=54,653)

| Characteristics | Division | Middle school N (%) | High school N (%) | <i>p</i> * |
|-------------------------------------|--------------|------------------------|----------------------|------------|
| Sex | Boy | 15,067 (50.4) | 13,023 (50.9) | 0.900 |
| | Girl | 14,020 (49.6) | 12,543 (49.1) | |
| Academic achievement | High | 13,009 (44.7) | 7,829 (30.6) | <0.001 |
| | Middle | 7,831 (26.9) | 8,013 (31.4) | |
| | Low | 8,246 (28.4) | 9,722 (38.0) | |
| Economic status | High | 13,451 (46.2) | 9,692 (37.9) | <0.001 |
| | Middle | 12,833 (44.1) | 12,598 (49.3) | |
| | Low | 2,801 (9.6) | 3,273 (12.8) | |
| Frequency of toothbrushing | ≤1 time/day | 2,845 (9.8) | 2,333 (9.1) | <0.001 |
| | 2 times/day | 15,197 (52.2) | 11,474 (44.9) | |
| | ≥3 times/day | 11,045 (38.0) | 11,759 (46.0) | |
| Caffeinated beverage intake | No | 17,033 (58.6) | 10,480 (41.0) | <0.001 |
| | Light | 11,514 (39.6) | 14,075 (55.0) | |
| | Heavy | 540 (1.9) | 1,011 (4.0) | |
| Dental caries-related pain symptoms | No | 17,038 (58.6) | 14,535 (56.8) | 0.016 |
| | Yes | 12,049 (41.4) | 11,031 (43.2) | |

* *p*-values were obtained using the Rao-Scott chi-square test, which accounts for the complex sampling design. Weighted percentages were calculated for each school level.

2. 일반적 특성 및 고카페인 음료 섭취 빈도에 따른 학교급별 치아우식 관련 통증 경험의 차이

중학생과 고등학생 대상자의 일반적 특성 및 고카페인 음료 섭취 빈도에 따른 치아우식 관련 통증 경험의 차이를 분석한 결과는 <Table 2>와 같다.

중학생을 대상으로 한 분석 결과, 치아우식 관련 통증 경험은 성별, 학업성적, 경제 수준, 칫솔질 빈도, 고카페인 음료 섭취 빈도에 따라 분포 차이를 보였다($p<0.001$). 성별에 따라서는 여학생이 남학생보다 치아우식 관련 통증 경험이 높았으며, 경제 수준은 낮을수록 치아우식 관련 통증 경험이 증가하는 경향을 보였으며, 하군에서 가장 높은 치아우식 관련 통증 경험(52.9%)을 나타냈다($p<0.001$). 칫솔질 빈도에서는 하루 1회 이하 칫솔질 군에서 치아우식 관련 통증 경험이 가장 높았고(50.6%), 하루 3회 이상 칫솔질 군(36.8%)에서 가장 낮았다($p<0.001$). 고카페인 음료 섭취 빈도에 따른 치아우식 관련 통증 경험은 마시지 않는 군, 저빈도 섭취 군, 고빈도 섭취 군 순으로 나타났다($p<0.001$).

고등학생에서도 치아우식 관련 통증 경험은 성별, 학업성적, 경제 수준, 칫솔질 빈도 및 고카페인 음료 섭취 빈도에 따라 유의한 차이를 보였다. 여학생의 치아우식 관련 통증 경험은 남학생보다 높았으며, 경제 수준 하군에서 상대적으로 높은 치아우식 관련 통증 경험이 관찰되었다($p<0.001$). 칫솔질 빈도에 따른 분석에서는 하루 1회 이하 칫솔질 군에서 치아우식 관련 통증 경험이 가장 높았으며(47.2%), 하루 3회 이상 칫솔질 군(42.1%)에서 가장 낮았다($p<0.001$). 고카페인 음료 섭취 빈도에 따른 치아우식 관련 통증 경험은 마시지 않는 군, 저빈도 섭취 군, 고빈도 섭취 군 순으로 나타났다 ($p<0.001$).

Table 2. Prevalence of dental caries-related pain symptoms according to the frequency of high-caffeine beverage intake by school level

| Characteristics | Division | No caries-related pain N (%) | Caries-related pain N (%) | <i>p</i> * | |
|----------------------|----------|---------------------------------|------------------------------|--------------|--------|
| Middle school | | | | | |
| | Sex | Boy | 9,283 (61.1) | 5,784 (38.9) | <0.001 |
| | | Girl | 7,755 (55.1) | 6,265 (44.9) | |
| Academic achievement | High | 7,444 (57.0) | 5,565 (43.0) | <0.001 | |
| | Middle | 4,857 (61.2) | 2,974 (38.8) | | |
| | Low | 4,737 (57.3) | 3,509 (42.7) | | |

Table 2. To be continued

| Characteristics | Division | No caries-related pain N (%) | Caries-related pain N (%) | <i>p</i> * |
|-----------------------------|--------------|---------------------------------|------------------------------|------------|
| Middle school | | | | |
| Economic status | High | 8,217 (60.6) | 5,234 (39.4) | <0.001 |
| | Middle | 7,469 (57.8) | 5,364 (42.2) | |
| | Low | 1,351 (47.1) | 1,450 (52.9) | |
| Frequency of toothbrushing | ≤1 time/day | 1,423 (49.4) | 1,422 (50.6) | <0.001 |
| | 2 times/day | 8,617 (56.1) | 6,580 (43.9) | |
| | ≥3 times/day | 6,998 (63.2) | 4,047 (36.8) | |
| Caffeinated beverage intake | No | 10,301 (60.1) | 6,732 (39.9) | <0.001 |
| | Light | 6,439 (55.5) | 5,075 (44.5) | |
| | Heavy | 298 (53.8) | 242 (46.2) | |
| High school | | | | |
| Sex | Boy | 7,846 (60.0) | 5,177 (40.0) | <0.001 |
| | Girl | 6,689 (53.5) | 5,854 (46.5) | |
| Academic achievement | High | 4,337 (55.6) | 3,492 (44.4) | 0.014 |
| | Middle | 4,668 (58.1) | 3,345 (41.9) | |
| | Low | 5,528 (56.9) | 4,194 (43.1) | |
| Economic status | High | 5,695 (58.7) | 3,997 (41.3) | <0.001 |
| | Middle | 7,177 (57.0) | 5,421 (43.0) | |
| | Low | 1,660 (50.9) | 1,613 (49.1) | |
| Frequency of toothbrushing | ≤1 time/day | 1,233 (52.8) | 1,100 (47.2) | <0.001 |
| | 2 times/day | 6,474 (56.6) | 5,000 (43.4) | |
| | ≥3 times/day | 6,828 (57.9) | 4,931 (42.1) | |
| Caffeinated beverage intake | No | 6,174 (59.1) | 4,306 (40.9) | <0.001 |
| | Light | 7,830 (55.5) | 6,245 (44.5) | |
| | Heavy | 531 (53.7) | 480 (46.3) | |

*Rao-Scott chi-square test.

Values are presented as unweighted N (weighted %).

3. 고카페인 음료 섭취에 따른 치아우식 관련 통증 경험의 관계

고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 간의 관련성을 분석한 결과는 <Table 3>과 같다.

성별, 학업성적, 경제 수준 및 칫솔질 빈도를 보정한 후, 중학생에서는 마시지 않는 군에 비해 저빈도 섭취 군(1.226배) 및 고빈도 섭취 군(1.342배)에서 치아우식 관련 통증 경험이 증가하였으며, 고등학생에서는 마시지 않는 군에 비해 저빈도 섭취 군(1.171배) 및 고빈도 섭취 군(1.269배)에서 치아우식 관련 통증 경험이 증가했다.

중학생과 고등학생에서 고카페인 음료 섭취 빈도를 순서형 변수로 분석한 결과, 섭취 빈도가 높아질수록 치아우식 관련 통증 경험이 점차 증가하는 경향이 확인되었다(*p* for trend<0.001).

학교급별 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 간의 관련성 차이를 확인한 결과, 학교급에 따른 상호작용 효과는 통계적으로 유의하지 않았다(*p* for interaction=0.521).

Table 3. Association between frequency of high-caffeine beverage intake and dental caries-related pain symptoms among middle and high school students

| Category | Middle school OR (95% CI) | <i>p</i> for trend | High school OR (95% CI) | <i>p</i> for trend | <i>p</i> for interaction* |
|--|------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|
| Frequency of high-caffeine beverage intake | | | | | |
| No | 1.000 | <0.001 | 1.000 | <0.001 | 0.521 |
| Light | 1.226 (1.169-1.286) | | 1.171 (1.112-1.233) | | |
| Heavy | 1.342 (1.116-1.613) | | 1.269 (1.117-1.441) | | |

OR: odds ratio; CI: confidence interval.

Odds ratios were estimated using complex sample logistic regression analysis.

Models were adjusted for sex, academic achievement, economic status, and frequency of toothbrushing.

p for trend was calculated by treating frequency of high-caffeine beverage intake as an ordinal variable separately for middle school and high school students.

**p* for interaction was obtained from the interaction term between frequency of high-caffeine beverage intake and school level.

총괄 및 고안

본 연구에서는 고카페인 음료 섭취 빈도가 중학생과 고등학생 모두에서 치아우식 관련 통증 경험 증가와 유의하게 관련됨을 확인하였다. 특히 섭취 빈도를 순서형 변수로 분석한 결과, *p* for trend를 통해 고카페인 음료 섭취 빈도가 증가할수록 치아우식 관련 통증 경험의 위험이 증가하는 선형적 경향이 확인되었다. 이는 섭취 군 간 범주별 비교에 국한되었던 기존 연구와 달리, 노출 강도의 연속적 증가에 따른 위험 누적 양상을 정량적으로 제시하였다는 점에서 방법론적 의의를 가진다.

본 연구에서 관찰된 고카페인 음료 섭취와 치아우식 관련 통증 경험 간의 연관성은 카페인 자체의 생리적 작용보다는 에너지 음료나 커피 음료에 공통적으로 포함된 높은 당 함량과 산성도에 따른 치면세균막 형성 및 법랑질 탈회로 설명될 가능성이 크다[14,15,19]. 이는 일반 가당 음료나 탄산 음료 섭취가 치아우식 및 법랑질 탈회와 관련된다는 기존 연구 결과와 유사하다[22,23]. 다만 고카페인 음료는 각성 효과로 인해 반복적·습관적으로 섭취되는 경향이 있어 동일한 당과 산의 노출이라 하더라도 노출 빈도와 시간에 따라 치아우식 관련 통증 경험의 위험이 더 커질 가능성이 있다[15,24].

본 연구에서 중학생과 고등학생 간 상호작용 효과가 통계적으로 유의하지 않았다는 결과는 고카페인 음료의 산과 당 노출 특성이 학교급에 따른 생활 방식의 차이에도 불구하고 유사하게 작용했을 가능성으로 해석할 수 있다. 중학생과 고등학생은 학업 환경과 생활 방식에서 차이를 보이지만[17,18], 고카페인 음료의 주요 특성인 높은 산과 당에 반복적으로 노출된다는 점에서는 유사한 환경에 놓여 있다. 치아우식은 특정 시점의 노출 보다는 누적된 노출에 의해 점진적으로 진행되는 질환이므로[25], 이러한 특성이 학교급과 관계없이 비교적 일관되게 나타났을 가능성이 있다.

또한 본 연구에서 사용한 고카페인 음료 섭취 빈도 문항은 자기기입식 설문에 기반한 지표로서, 음료의 구체적인 종류나 섭취 시기, 섭취 방식을 구분하지 못하였으며, 치아 표면에 실제로 작용한 당과 산의 강도와 노출 시간을 충분히 반영하지 못했을 가능성이 있다. 이로 인해 중학생과 고등학생 간 실제 노출 수준의 미세한 차이가 분석 과정에서 희석되어, 학교급 간 효과 차이가 통계적으로 유의하지 않게 나타났을 가능성도 고려할 수 있다.

본 연구 결과는 고카페인 음료 섭취가 청소년의 구강건강에 부정적인 영향을 미친다는 선행 연구 결과와 대체로 일치한다[19,26-28]. 청소년과 청년층을 대상으로 한 국내 연구에서는 카페인 음료, 에너지 음료, 스포츠 음료의 섭취 빈도가 높을수록 본인 인지 구강건강 상태가 '나쁘다'라고 응답한 것으로 보고되었으며 이러한 관련성은 음료에 포함된 높은 산과 당이 치아우식과 법랑질 탈회 같은 경조직 손상의 원인으로 작용할 수 있음이 설명되었다[26]. 특히 청소년건강행태조사 자료를 활용한 연구에서도 고카페인 음료 섭취 빈도가 높을수록 치아우식과 치주질환 같은 구강질환 유병률이 증가하는 경향이 확인되어, 본 연구의 결과를 지지한다[19]. 본 연구는 이와 더불어 단순 범주 간 비교를 넘어, 섭취 빈도의 선형적 경향과 학교급별 층화 분석을 적용함으로써 결과 해석에 대한 근거를 제시하였다.

국외 연구에서도 유사한 결과가 보고되고 있다. 청소년을 대상으로 한 연구에서는 에너지 음료를 포함한 고카페인 음료 섭취가 치아우식 및 구강 관련 문제와 연관이 있는 것으로 나타났으며[27,28], 이러한 관련성은 반복적인 산성 음료 노출로 인한 치아 법랑질 손상과 구강 내 산성 환경의 지속과 연관된 것으로 해석되고 있다[29]. 또한 고카페인 음료를 자주 섭취하는 청소년일수록 구강위생 행태가 불량하고, 구강건강 위

험이 증가할 가능성이 제시되어 구강질환 발생에 복합적인 영향을 미칠 수 있음이 보고되었다[27]. 다만 국외 연구에서는 임상적 우식 지표 또는 법랑질 탈회와 같은 객관적 지표를 활용한 연구가 상대적으로 많아, 자기보고식 통증 경험을 활용한 본 연구와는 측정 방식에서 차이가 있다는 점을 고려할 필요가 있다.

본 연구는 고카페인 음료 섭취와 치아우식 관련 통증 경험 간의 관련성을 확인하는 데 그치지 않고, 섭취 빈도 증가에 따른 선형적 위험 증가를 검증하고 관련성을 학교급별로 비교함으로써, 섭취 빈도에 따른 위험 변화 양상을 청소년기 전반에서 보다 구체적으로 파악하고자 하였다. 그 결과, 고카페인 음료 섭취는 특정 학교급에 국한된 문제가 아니라 청소년기 전반에서 함께 고려할 필요가 있는 구강건강 관련 생활 습관 요인으로 해석될 수 있다.

학교급 간 상호작용이 통계적으로 유의하지 않았다는 결과는, 학업 환경과 스트레스 수준의 차이에도 불구하고, 고카페인 음료 섭취 빈도에 따른 치아우식 관련 통증 경험에 미치는 영향이 청소년기 전반에서 비교적 일관되게 나타난다는 점을 의미한다. 이는 편의점 식품 및 가공음료 이용과 같은 식생활 환경 노출이 이미 중학교 시기부터 높고[17], 고등학교 시기에는 학업 스트레스와 정서적 취약성이 증가하여 고카페인 음료 섭취가 유지, 강화될 수 있다는 선행 연구와도 맥락을 같이 한다[18].

본 연구에서는 치아우식 관련 통증 경험과 관련된 다양한 생활 습관 요인을 충분히 포함하지 못한 제한점이 있다. 특히 구체적 식이 섭취 양상이나 치과 방문 및 불소 사용과 같은 구강건강 관련 요인에 대한 잔여 교란 가능성을 배제할 수 없다. 이러한 점은 본 연구 결과 해석 시 고려되어야 하며, 향후 연구에서는 설문 자료 분석을 넘어, 임상적 평가나 실험적 접근을 포함한 연구가 필요하다.

본 연구는 자기기입식 설문조사 자료를 활용한 단면 연구로서, 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 간의 인과관계를 직접적으로 규명하는 데에는 한계가 있으며, 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 여부가 자기보고 방식으로 측정되었다는 점에서 결과 해석에 유의가 필요하다.

이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 전국 단위의 대규모 표본과 복합표본 설계를 반영한 분석을 통해 한국 청소년에서 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 간의 관련성을 체계적으로 검토하였다는 점에서 의의가 있다. 특히 고카페인 음료를 더 자주 섭취할수록 치아우식 관련 통증 경험이 증가하는 양상이 확인되어, 고카페인 음료의 반복적 섭취가 청소년기 전반에 걸쳐 구강건강 위험 요인으로 작용할 가능성을 뒷받침한다. 이러한 결과는 향후 청소년 구강건강 증진을 위한 예방 및 교육 프로그램 개발과 더불어, 임상 현장에서 치아우식 관련 통증 경험이 있는 청소년을 평가하고 상담할 때 고카페인 음료 섭취 행태를 생활 습관 요인으로 함께 고려할 필요가 있는 것으로 판단된다.

결론

본 연구는 제20차(2024년) 청소년건강행태조사 자료를 활용하여 한국 청소년의 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 간의 관련성을 분석하고, 이러한 관련성이 학교급에 따라 차이를 보이는지를 검토하였다.

1. 중학생과 고등학생에서 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험의 관계를 분석한 결과, 성별, 학업성적, 경제 수준, 치솔질 빈도를 보정한 후에 마시지 않은 군보다 저빈도 및 고빈도 섭취 군에서 치아우식 관련 통증 경험이 증가했으며, 섭취 빈도를 연속변수로 분석한 결과에서도 선형적 증가 경향이 확인되었다(p for trend < 0.001).

2. 고카페인 음료 섭취 빈도와 치아우식 관련 통증 경험 간의 관련성에 대해 학교급에 따른 차이를 확인한 결과, 학교급에 따른 상호작용 효과는 통계적으로 유의하지 않았다.

이상의 결과를 종합할 때, 고카페인 음료 섭취 빈도는 한국 청소년에서 학교급과 관계없이 치아우식 관련 통증 경험과 유의한 관련성이 확인되었으며, 청소년 구강건강 증진을 위해 관리가 필요한 생활 습관 요인으로 고려될 필요가 있다.

Notes

Author Contributions

Conceptualization: ES Lee, SH Son; Data collection: ES Lee, SH Son; Formal analysis: SH Son; Writing-original draft: ES Lee, SH Son; Writing-review & editing: ES Lee, SH Son.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflicts of interest.

Funding

None.

Ethical Statement

None.

Data Availability

The 20th Korea Youth Risk Behavior Survey (2024) data can be obtained from Korea Disease Control and Prevention Agency repository.

Acknowledgements

None.

References

1. McDade TW, Chyu L, Duncan GJ, Hoyt LT, Doane LD, Adam EK. Adolescents' expectations for the future predict health behaviors in early adulthood. *Soc Sci Med* 2011;73(3):391-8. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.06.005>
2. Shim JS, Lee JM. Energy drink consumption among Korean adolescents: prevalence and associated factors. *Clin Exp Pediatr* 2024;67(10):531-9. <https://doi.org/10.3345/cep.2024.00171>
3. Park SH, Lee SH, Chang KJ. Intake-related factors and educational needs regarding energy drinks in female high school students in the Incheon area. *J Nutr Health* 2017;50(5):460-71. <https://doi.org/10.4163/jnh.2017.50.5.460>
4. Cho JA, Kim SY, Shin HI, Kim HK, Park EC. The association between high-caffeine drink consumption and anxiety in Korean adolescents. *Nutrients* 2024;16(6):794. <https://doi.org/10.3390/nu16060794>
5. Orbeta RL, Overpeck MD, Ramcharran D, Kogan MD, Ledsky R. High caffeine intake in adolescents: associations with difficulty sleeping and feeling tired in the morning. *J Adolesc Health* 2006;38(4):451-3. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2005.05.014>
6. Lunsford-Avery JR, Kollins SH, Kansagra S, Wang KW, Engelhard MM. Impact of daily caffeine intake and timing on electroencephalogram-measured sleep in adolescents. *J Clin Sleep Med* 2022;18:877-84. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9736>
7. Reichert CF, Veitz S, Bühler M, Gruber G, Deuring G, Rehm SS, et al. Wide awake at bedtime? Effects of caffeine on sleep and circadian timing in male adolescents - a randomized crossover trial. *Biochem Pharmacol* 2021;191:114283. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114283>
8. Jin MJ, Yoon CH, Ko HJ, Kim HM, Kim AS, Moon HN, et al. The relationship of caffeine intake with depression, anxiety, stress, and sleep in Korean adolescents. *Korean J Fam Med* 2016;37(2):111-6. <https://doi.org/10.4082/kjfm.2016.37.2.111>
9. Lee SJ, Na YS, Lee KW. Association between the consumption of sugar-sweetened beverages and high-caffeine drinks and self-reported mental health conditions among Korean adolescents. *Nutrients* 2025;17(16):2652. <https://doi.org/10.3390/nu17162652>
10. Ministry of Food and Drug Safety. Regulations on nutritional components of children's favorite foods and labeling standards and methods for high-caffeine content foods. Cheongju: Ministry of Food and Drug Safety; 2023: 1-13.
11. Ministry of Education, Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Statistics of the 15th Korea Youth Risk Behavior Survey (KYRBS). Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2019: 168-9.
12. Ministry of Education, Korea Disease Control and Prevention Agency. Statistics of the 20th Korea Youth Risk Behavior Survey (KYRBS). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024: 89.
13. Korea Consumer Agency. Energy drink safety condition investigation. Seoul: Korea Consumer Agency; 2013: 1-89.
14. Vinson LA, Goodlett AK, Huang R, Eckert GJ, Gregory RL. *In vitro* effects of sports and energy drinks on *Streptococcus mutans* biofilm formation and metabolic activity. *J Dent Child* 2017;84(3):108-14.

15. Silva JGVC, Martins JPG, de Sousa EBG, Fernandes NLS, Meira IA, Sampaio FC, et al. Influence of energy drinks on enamel erosion: *in vitro* study using different assessment techniques. *J Clin Exp Dent* 2021;13(11):e1076–82. <https://doi.org/10.4317/jced.57788>
16. Korea Disease Control and Prevention Agency. Statistical Report of the Korean National Children's Oral Health Survey. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024: 5.
17. Lee SK, Choi MK, Kim MH. Study on middle and high school students' use of convenience foods at convenience stores in Incheon. *Korean J Community Nutr* 2019;24(2):137–51. <https://doi.org/10.5720/kjcn.2019.24.2.137>
18. Yeom YO, Hong YP, Kim KM, Lee YL, Lim MH. The relationships between academic burnout, mental health, parental achievement pressure, and academic demand in high school students. *Stress* 2020;28(2):61–7. <https://doi.org/10.17547/kjsr.2020.28.2.61>
19. Lee ES, Son SH. Association between high-caffeine beverage intake and oral diseases in adolescents. *J Korean Soc Dent Hyg* 2025;25(6):535–44. <https://doi.org/10.13065/jksdh.2025.25.6.7>
20. Ministry of Education, Ministry of Health and Welfare, Korea Disease Control and Prevention Agency. Guidelines for use of the 20th Korea Youth Risk Behavior Survey (KYRBS) raw data (2005–2024). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024: 1–128.
21. Kim YJ, Lee JH. Effects of health-related behaviors and oral health behaviors on oral disease symptoms in adolescents. *J Korean Acad Oral Health* 2020;44(2):78–84. <https://doi.org/10.11149/jkaoh.2020.44.2.78>
22. Hwang BI, Lee JY, Lim HJ, Huh R, Ryu M, Jee SH, et al. Association between caffeinated beverages consumption and sleep quality of urban workers. *Korean J Health Promot*;2025;25(1):9–19. <https://doi.org/10.15384/kjhp.2024.00101>
23. Cho NG, Cho SI. Association between smoking behavior and sleep health among South Korean adolescents: a cross-sectional study 2020–2023. *Tob Induc Dis* 2025;23(December):199. <https://doi.org/10.18332/tid/211247>
24. Pinto SCS, Bandeca MC, Silva CN, Cavassim R, Borges AH, Sampaio JEC. Erosive potential of energy drinks on the dentine surface. *BMC Res Notes* 2013;6:67. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-6-67>
25. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management. 3rd ed. Philadelphia: John Wiley & Sons; 2015: 1–480.
26. Jung EJ, Youn HJ. Evaluation of beverage consumption patterns and oral health in Korean adolescents and young adults. *J Korean Soc Dent Hyg* 2024;24(5):447–57. <https://doi.org/10.13065/jksdh.20240509>
27. Hasheminejad N, Malek Mohammadi T, Mahmoodi MR, Barkam M, Shahravan A. The association between beverage consumption pattern and dental problems in Iranian adolescents: a cross sectional study. *BMC Oral Health* 2020;20:74. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01065-y>
28. Majewski RF. Dental caries in adolescents associated with caffeinated carbonated beverages. *Pediatr Dent* 2001;23(3):198–203.
29. Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon MEJ. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *J Dent* 2006;34(1):2–11. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.11.006>