

## 청소년에서 혈중 비타민 D 농도와 치아우식 경험 간의 연관성 : 2010 ~ 2014 국민 건강영양조사

최소연<sup>1</sup> · 서덕규<sup>2</sup> · 황지윤<sup>3†</sup>

상명대학교 교육대학원 영양교육전공<sup>1</sup>, 서울대학교 치의학대학원<sup>2</sup>, 상명대학교 식품영양학과<sup>3†</sup>

### Serum 25-hydroxyvitamin D levels are associated with dental caries experience in Korean adolescents: the 2010 ~ 2014 Korean National Health and Nutrition Examination Surveys

Choi, Soyeon<sup>1</sup> · Seo, Deog-Gyu<sup>2</sup> · Hwang, Ji-Yun<sup>3†</sup>

<sup>1</sup>Nutrition Education Major, Graduate School of Education, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

<sup>2</sup>Department of Conservative Dentistry, Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul 03080, Korea

<sup>3</sup>Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

#### ABSTRACT

**Purpose:** This study was conducted to evaluate the association between serum 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) levels and dental caries experience in Korean adolescents based on the 2010 ~ 2014 Korean National Health and Nutrition Examination Surveys. **Methods:** The study subjects were 2,655 Korean adolescents aged 10 to 18 years. Subjects were classified into four groups according to their serum 25(OH)D levels. We used logistic regression to evaluate the relationship between vitamin D and for dental caries experience after adjusting for age, household income level, recipient of basic livelihood, tooth brushing and visiting dental clinics. **Result:** Multiple logistic regression analysis showed that serum 25(OH)D insufficiency (20 ng/mL ≤ 25(OH)D < 30 ng/mL) was associated with increased odd ratios (ORs) for dental caries experience in boys (OR = 2.577, 95% CI = 1.013–6.557), compared with serum 25(OH)D sufficiency (25(OH)D ≥ 30.0 ng/mL). **Conclusion:** The serum 25(OH)D levels were found to be related to risk of dental caries experience in Korean adolescent boys.

**KEY WORDS:** vitamin D, dental caries, Korean adolescents, Korean National Health and Nutrition Examination Survey

## 서 론

치아우식증은 전세계적으로 가장 흔한 만성질환이며,<sup>1</sup> 건강보험심사평가원이 발표한 질병소분류별 외래 다빈도 질환에 치주질환과 함께 포함된 양대 구강질환이다.<sup>2</sup> 2012년도 국민구강건강실태조사<sup>3</sup>에 의하면 우리나라 남자의 영구치우식 경험자율은 12세에서 53.5%, 15세에서 66.1%이었으며 여자의 영구치우식 경험자율은 12세에서 61.6%, 15세에서 76.7%이었다. 과거 10년동안 확령기 어린이와 청소년이 겪는 치아우식은 꾸준히 감소하고 있으나, 만 12세 우식 경험 영구치지수를 외국 선진국과 비교할 때 아직까지 우리나라가 높고, 2000년 조사부터 지속적으로 감소

하는 추세이긴 하지만, 그 감소 폭이 최근으로 올수록 줄어들고 있다. 맹출 후 교환이 이루어지는 유치와는 달리 영구치는 평생 유지하고 사용해야하는 치아이며,<sup>4</sup> 특히 구강질환이 급증하기 시작하는 아동·청소년 시기의 예방적 개입은 매우 중요하다.<sup>5</sup> 적절한 영양섭취는 청소년기 치아우식증 발생에 직간접적으로 영향을 미치며,<sup>6</sup> 영양 결핍은 치주 및 구강질환을 악화시킬 수 있다.<sup>7</sup>

국내에 치아우식증을 주제로 한 다양한 선행연구가 존재하지만 영양소와 영구치우식의 연관성을 밝히는 연구는 상대적으로 적은 편이다.<sup>8</sup> 정제된 탄수화물의 과다섭취가 우식활성을 증가시키고,<sup>9</sup> 칼슘 섭취가 치아우식증 감소에 도움이 되며,<sup>6,10</sup> 적절한 인의 섭취는 영구치우식을 예방하

Received: June 1, 2018 / Revised: June 15, 2018 / Accepted: June 26, 2018

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-2-781-7521, e-mail: jiyunhk@smu.ac.kr

© 2018 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

는 데 긍정적인 효과가 있음을 보고하였지만,<sup>10,11</sup> 비타민과 무기질에 관련된 연구는 미비한 실정이다. 세계보건기구 (World Health Organization, WHO)를 포함한 많은 기관에서 비타민 D의 결핍이 치아 형성 저하를 이끌 수 있다고 보고하였다.<sup>12</sup> 즉, 비타민 D가 치아우식증 예방에 도움을 주고 치아우식증의 발생률을 감소시키는데 도움을 주는 것을 시사하고 있다.<sup>13,14</sup> Kim 등<sup>15</sup>은 우리나라 아동에서 혈중 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D)의 불충분이 치아우식증의 위험인자가 될 수 있다고 보고하였고, Song 등<sup>16</sup>은 우리나라 성인에서 비타민 D 부족은 우식 치아 개수와 연관성이 있다고 보고한 바 있다.

한국 소아청소년에서 비타민 D 결핍률과 부족률은 매우 높으며, 25(OH)D 농도는 연령 증가에 따라 감소하는 경향을 보인다.<sup>17</sup> 국내 청소년의 비타민 D 상태에 대한 한 연구<sup>18</sup>에 따르면 전체 청소년의 13.4% (남자 11.7%, 여자 15.4%)가 25(OH)D 부족 상태, 54.7%는 25(OH)D 불충분 상태로, 청소년을 대상으로 한 비타민 D 결핍과 치아우식증 경험 간의 연관성에 대해 살펴볼 필요가 있으나 현재까지 이에 대한 연구는 부족한 상태이다. 따라서, 본 연구에서는 2010~2014년도 국민건강영양조사 자료를 분석하여 만 10세~18세 청소년에서 비타민 D와 치아우식증 경험

간의 연관성을 알아보려고 하였다.

## 연구방법

### 연구대상

본 연구에서는 2010~2014년 국민건강영양조사 (Korean National Health And Nutrition Examination Survey, KNHANES) 원시자료를 통합하여 분석하였다.<sup>19,20</sup> 만 10~18세 조사대상자는 2010년 8,958명 중 1,076명, 2011년 8,518명 중 942명, 2012년 8,058명 중 900명, 2013년 8,018명 중 959명, 2014년 7,550명 중 718명이었다. 만 10~18세 총 4,595명 중 가구조사 정보가 부족한 경우 (n = 102), 혈중 비타민 D 농도 검진 자료가 없는 경우 (n = 1,474), 영양조사 정보가 없는 경우 (n = 289), 구강검진 자료가 없는 경우 (n = 75)를 제외한 2,655명의 자료를 이용하였다 (Fig. 1).

### 일반사항

인구사회학적 변수인 연령, 월평균 가구소득, 기초수급 여부, 건강보험 종류를 포함하고 구강 변수인 하루 칫솔질 횟수, 치과병의원 방문여부를 포함하였다. 연령은 학령시기에 맞춰 초등 (10~12세), 중등 (13~15세), 고등 (16~

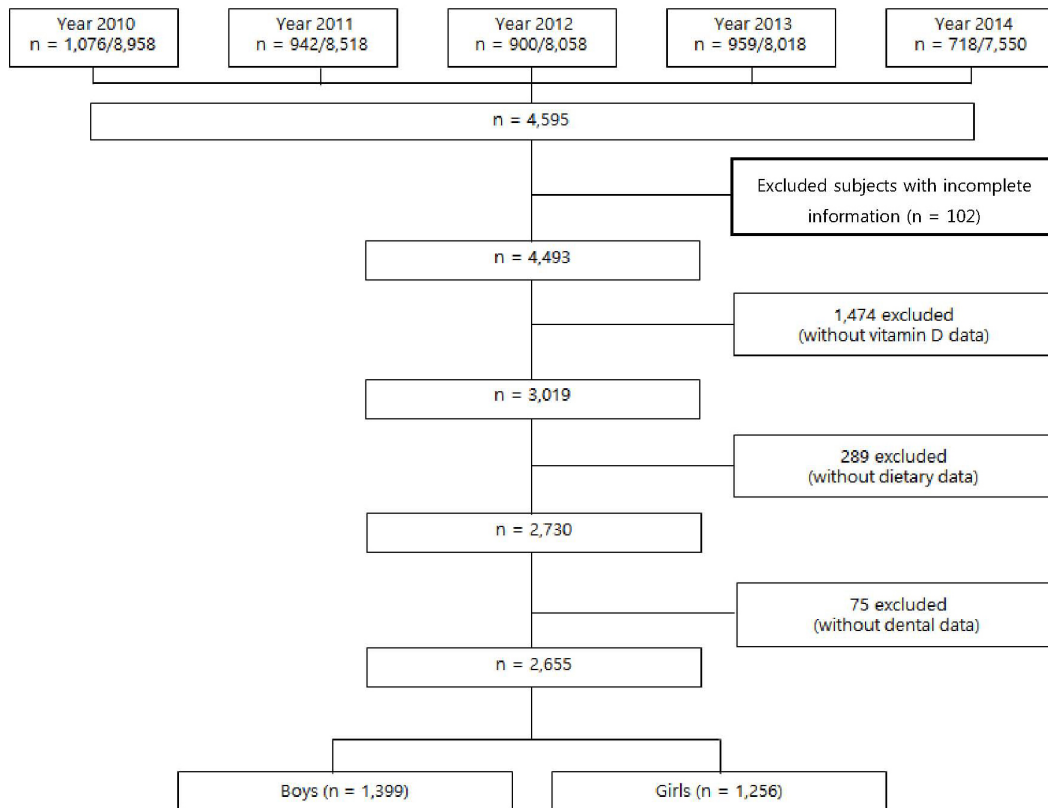


Fig. 1. The flow chart for selection of subjects

18세) 학생으로, 가구소득은 하, 중하, 중상, 상으로 국민건강영양조사의 원자료와 같이 범주화하였으며, 기초수급 경험여부는 예 (현재 그렇다, 경험이 있다)/아니오로 재범주화하였고 건강보험 종류는 지역가입자/직장가입자/의료급여 (1종, 2종)로 재범주화하였다. 하루 칫솔질 횟수는 하루 식후 칫솔질 횟수를 1회 이하/2회/3회 이상으로 구분하여 새로운 변수를 생성하였다. 치과병의원 방문여부는 1년 이내 치과병의원 방문여부로 예/아니오로 구분하여 분석하였다.

### 치아우식증 정의

연구 대상자의 치아우식증 경험 여부는 질병관리본부 구강역학조사관과 시·도에서 지원받은 공중보건치과의를 전문조사원으로 구성되었으며 이동 검진센터에서 구강검사 지침에 근거하여 수행하였다. 우식 경험 영구치 수는 우식 영구치 개수, 상실 영구치 개수, 충전 영구치 개수를 더한 값으로 판정하였다. 영구치 우식 경험 여부는 우식증이 있거나 충치치료를 받았거나 충치로 인해 치아를 상실한 경험이 있는 경우로 우식 경험 치아 개수가 1개 이상인 경우로 판정하였다.<sup>19,20</sup>

### 혈중 비타민 D 농도 수준

국민건강영양조사의 혈액검사는 이동검진센터에서 공복 상태에서 채혈하였으며, 혈중 비타민 D 농도 측정은 네오딘의학연구소의 25-Hydroxyvitamin D 125I RIA Kit (DiaSorin/U.S.A)시약과 1470 WIZARD gamma-Counter (PerkinElmer, Turku, Finland)장비를 이용하여 방사선면역 측정법 (radioimmunoassay)으로 분석되었다.<sup>19,20</sup>

체내 비타민 D 영양상태는 혈청 25(OH)D 수치로 측정하였다. 비타민 D 영양상태는 아직까지 확립된 기준은 없으며 일반적으로 통용되는 기준인 20 ng/mL에서 유의한 결과를 보이지 않은 청소년 대상의 선행연구<sup>21,22</sup>들을 참고하여, 심한 결핍 (< 10 ng/mL), 결핍 (10 ng/mL ≤ 25(OH)D < 20 ng/mL), 불충분 (20 ng/mL ≤ 25(OH)D < 30 ng/mL), 충분 (≥ 30 ng/mL)으로 구분하여 평가하였다.

### 통계 분석

통계 분석은 IBM SPSS Statistics 21 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하였으며 국민건강영양조사는 복합 표본 조사이므로 층화 변수, 통합가중치를 적용한 복합표본 분석을 이용하였다.

연구대상자들의 일반사항은 치아우식증 경험 유무에 따라 나누어 복합표본 일반선형모형을 이용한 t-test로 혈중 비타민 D 농도 평균을 비교하였다. 범주형 변수와 치아우

식증 유무에 따른 차이를 검정하기 위해 chi-square test를 실시하였다. 혈중 25(OH)D 농도와 우식경험 치아개수와 의 관계를 알아보기 위해 복합표본 일반선형모형을 이용한 회귀분석을 실시하였다. Model 1은 보정하지 않은 모델, Model 2는 연령, 성별, 가구소득, 기초수급여부, 하루 칫솔질 횟수, 치과병의원 방문여부를 보정하여 분석하였다. 혈중 비타민 D 상태와 치아우식증 경험위험 교차비 (Odds Ratio; OR)와 95% 신뢰구간 (confidence interval; CI)을 알아보기 위해 survey logistic regression을 이용하였고, 교란 변수를 보정하여 분석하였다. Model 1은 보정변수가 포함되지 않은 모델, Model 2는 성별, 연령별로 보정된 모델, Model 3는 추가로 가구소득, 기초수급여부, 하루 칫솔질 횟수, 치과병의원 방문여부를 보정한 후 치아우식증 경험 위험과의 관련성을 평가하였다. 단, 가구소득, 기초수급여부, 건강보험종류 변수의 변수 간 교호작용을 고려하여 건강보험종류 변수는 보정변수에 포함하지 않았다. 모든 자료의 유의수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

### 치아우식 경험군, 정상군에 따른 일반적 특성

치아우식 경험군, 정상군에 따른 일반적인 특성은 Table 1에 제시하였다. 총 대상자 2,655명 중 남자 청소년이 52.7% (n = 1,399)이었다. 남녀 모두 범주화한 연령에서 연령이 높아질수록 치아우식군의 비율이 높았다 ( $p < 0.0001$ ). 여자 청소년의 경우 소득수준이 낮은 경우 치아우식 경험이 높았고 ( $p = 0.026$ ), 기초수급경험이 있는 경우 치아우식 경험이 유의적으로 높았다 ( $p = 0.001$ ). 비타민 D 상태, 건강보험종류, 칫솔질횟수, 치과병의원 방문여부는 남녀 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었으며 혈중 25(OH)D 농도도 두 군간의 차이가 없었다.

### 혈중 25(OH)D 농도와 우식 경험 치아개수와 연관성

혈중 25(OH)D 농도에 따른 우식 경험 치아개수 간의 연관성을 알아보기 위해 회귀분석을 실시하였다. 남자 청소년은 model 1에서 혈중 25(OH)D 농도와 우식 경험 치아개수 간에 유의한 관련성, 즉 혈중 25(OH)D 농도가 1 ng/mL 증가할 때마다 우식 경험 치아개수는 0.059개씩 감소하는 것으로 나타났지만 ( $p = 0.007$ ,  $R^2 = 0.009$ ), 보정 후 이러한 관련성은 사라졌다. 여자 청소년의 경우도 혈중 25(OH)D 농도가 1 ng/mL 증가할 때마다 우식 경험 치아개수는 0.08개씩 감소하는 것으로 나타났으나 ( $p = 0.005$ ,  $R^2 = 0.010$ ) 보정 후 이러한 관련성은 사라졌다. 남녀 청소년을 통합하여 분석한 경우에도 혈중 25(OH)D 농도가 1

**Table 1.** General characteristics of subjects

Variable	Boys (n = 1,399)		p-value <sup>1)</sup>	Girls (n = 1,256)		p-value
	Dental caries (n = 868)	Normal (n = 531)		Dental caries (n = 870)	Normal (n = 386)	
Age (yrs)						
10 ~ 12	248 (23.0)	265 (43.1)	< 0.0001	248 (22.3)	216 (50.0)	< 0.0001
13 ~ 15	353 (38.7)	167 (30.2)		320 (35.1)	118 (31.5)	
16 ~ 18	267 (38.3)	99 (26.7)		302 (42.6)	52 (18.5)	
Household income level						
Low	96 (13.7)	42 (9.5)	0.308	104 (14.1)	35 (11.4)	0.026
Mid-low	213 (26.9)	136 (29.2)		241 (31.7)	93 (26.4)	
Mid-high	270 (29.9)	169 (29.2)		259 (28.2)	153 (38.3)	
High	289 (29.4)	184 (32.1)		266 (26.0)	105 (23.8)	
Recipient of basic livelihood, yes	62 (9.5)	29 (8.2)	0.528	71 (11.2)	10 (3.9)	0.001
Health insurance						
Self-employee, national health insurance	293 (35.4)	164 (33.5)	0.678	283 (35.0)	120 (36.2)	0.214
Employee, national health insurance	528 (57.5)	347 (60.3)		532 (56.7)	253 (58.9)	
Medical aid program	47 (7.1)	20 (6.1)		55 (8.3)	13 (4.9)	
Tooth brushing (/day)						
≤ 1	420 (49.2)	248 (48.1)	0.526	315 (35.0)	141 (35.9)	0.514
2	337 (39.0)	208 (37.5)		308 (36.5)	144 (39.3)	
≥ 3	111 (11.9)	75 (14.4)		247 (28.5)	101 (24.9)	
Visiting dental clinic (≤ 1 year), yes	240 (27.9)	144 (25.1)	0.335	301 (35.4)	125 (30.5)	0.167
Vitamin D status						
Severe deficiency (< 10ng/mL)	49 (6.7)	18 (4.8)	0.080	106 (11.1)	29 (8.2)	0.462
Deficiency (10 ≤ 25(OH)D < 20)	591 (67.1)	343 (64.3)		624 (72.4)	284 (72.8)	
Insufficiency (20 ≤ 25(OH)D < 30)	215 (24.9)	155 (27.3)		133 (15.7)	70 (18.2)	
Sufficiency (≥ 30 ng/mL)	13 (1.3)	15 (3.7)		7 (0.8)	3 (0.7)	
Serum 25(OH)D (ng/mL)	17.2 ± 0.3	17.8 ± 0.4	0.142	15.4 ± 0.2	16.1 ± 0.3	0.051

1) By t-test or chi-square test. Values are presented as mean ± SD or number (%).

ng/mL 증가할 때마다 우식 경험 치아개수는 0.077개씩 감소하는 것으로 나타났지만 ( $p < 0.001$ ,  $R^2 = 0.013$ ). 보정 후 관련성은 사라졌다.

### 혈중 비타민 D 상태와 치아우식증 경험 간의 연관성

남자 청소년의 경우 model 1에서 혈중 25(OH)D농도가 30.0 ng/mL 이상인 군 대비 10.0 ng/mL 이상 20.0 ng/mL 미만인 군은 2.878배 (OR = 2.878, 95% CI = 1.106-7.491), 10.0 ng/mL 미만인 군은 3.877배 (OR = 3.877, 95% CI = 1.250-12.028)로 치아우식 경험율이 증가하였으며 치아우식 경험 확률은 비타민 D 농도가 높아질수록 낮아졌다 ( $p$ -trend = 0.033). 연령을 보정한 model 2에서는 혈중 25(OH)D농도가 30.0 ng/mL 이상인 군 대비 10.0 ng/mL 이상 20.0 ng/mL 미만인 군은 2.655배 (OR = 2.655, 95% CI = 1.023-6.887), 20.0 ng/mL 이상 30.0 ng/mL 미만인 군은 2.821배 (OR = 2.821, 95% CI = 1.088-7.315)로 치아우식 경험율이 증가하였다. 연령, 가구소득, 기초수급여부,

치솔질횟수, 치과병의원 방문여부를 보정한 model 3에서는 혈중 25(OH)D농도가 30.0 ng/mL 이상인 군 대비 20.0 ng/mL 이상 30.0 ng/mL 미만인 군에서 2.577배 (OR = 2.577, 95% CI = 1.013-6.557)로 치아우식 경험율이 증가하였다. 반면 여자 청소년의 경우 혈중 25(OH)D농도와 치아우식 경험 가능성에 대해 유의적인 관련성이 없었다.

전체 청소년의 경우 교란변수를 보정하지 않은 model 1에서 혈중 25(OH)D농도가 30.0 ng/mL 이상인 군 대비 10.0 ng/mL 이상 20.0 ng/mL 미만인 군은 2.373배 (OR = 2.373, 95% CI = 1.106-5.087), 10.0 ng/mL 미만인 군은 2.006배 (OR = 2.006, 95% CI = 1.441-7.569)로 치아우식 경험율이 증가하였으며 치아우식 경험 확률은 비타민 D 농도가 높아질수록 낮아졌다 ( $p$ -trend = 0.002). 연령과 성별을 보정한 model 2와 연령, 가구소득, 기초수급여부, 치솔질횟수, 치과병의원 방문여부를 보정한 model 3에서는 유의적인 관련성이 없었다 (Table 2).

**Table 2.** Association of experienced dental caries with various 25(OH)D levels

Gender	Variable	Quartile	n (%)	Model 1 <sup>1)</sup>			Model 2 <sup>2)</sup>			Model 3 <sup>3)</sup>						
				OR <sup>4)</sup>	95% CI <sup>5)</sup>	p-value <sup>6)</sup>	p-trend	OR	95% CI	p-value	p-trend	OR	95% CI	p-value	p-trend	
Boys	Vitamin D status	25(OH)D ≥ 30 ng/mL	28 (2.2)	1			1			1						
		20 ng/mL ≤ 25(OH)D < 30 ng/mL	370 (25.8)	2.516	0.966-6.553	0.059	0.033	2.821	1.088-7.315	0.033*	0.405	2.577	1.013-6.557	0.047*	0.449	
		10 ng/mL ≤ 25(OH)D < 20 ng/mL	934 (66.1)	2.878	1.106-7.491	0.030*		2.655	1.023-6.887	0.045*		2.449	0.961-6.244	0.061		
Girls	Vitamin D status	25(OH)D < 10 ng/mL	67 (6)	3.877	1.250-12.028	0.019*		3.021	0.937-9.739	0.064		2.658	0.842-8.384	0.095		
		25(OH)D ≥ 30 ng/mL	10 (0.7)	1			1				1					
		20 ng/mL ≤ 25(OH)D < 30 ng/mL	203 (16.5)	0.804	0.167-3.883	0.786	0.158	0.781	0.164-3.731	0.757	0.833	0.876	0.190-4.046	0.866	0.914	
Total	Vitamin D status	25(OH)D < 10 ng/mL	135 (10.3)	1.263	0.261-6.117	0.772		0.735	0.159-3.397	0.693		0.837	0.188-3.734	0.816		
		25(OH)D ≥ 30 ng/mL	38 (1.5)	1			0.781	0.167-3.651	0.753		0.877	0.195-3.949	0.864			
		20 ng/mL ≤ 25(OH)D < 30 ng/mL	573 (21.4)	3.302	0.913-4.408	0.083	0.002	2.168	0.960-4.895	0.062	0.582	2.076	0.921-4.679	0.078	0.623	
Total	Vitamin D status	10 ng/mL ≤ 25(OH)D < 20 ng/mL	1,842 (69.1)	2.373	1.106-5.087	0.026*		2.016	0.909-4.471	0.084		1.934	0.875-4.278	0.103		
		25(OH)D < 10 ng/mL	202 (8.0)	2.006	1.441-7.569	0.005*		2.209	0.921-5.302	0.076		2.082	0.872-4.975	0.099		

1) Model 1: unadjusted 2) Model 2: adjusted for age, adjusted for age and sex in Total 3) Model 3: adjusted for variables in model 2 plus household income level, recipient of basic livelihood, tooth brushing and visiting dental clinic 4) OR: odds ratio 5) CI: confidence interval 6) p-values were obtained by multiple logistic regression analysis.  
\* p < 0.05

## 고 찰

본 연구에서는 2010~2014년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 만 10~18세 청소년의 혈중 비타민 D 농도와 치아우식 경험의 연관성을 분석하였다. 그 결과 남녀 모두의 경우 연령이 증가할수록 치아우식 경험이 증가하였으며, 여자 청소년의 경우 소득수준이 낮을수록 치아우식 경험이 증가하였다. 이는 연령이 증가하고 소득수준이 낮을수록 치아우식 경험이 증가한다는 선행 연구 결과와 일치한다.<sup>8,9,23</sup>

혈중 비타민 D 농도와 치아우식 경험에 대한 유의한 관련성은 남자 청소년에게서만 나타났다. 혈중 비타민 D 농도가 충분한 군 대비 불충분군에서 치아우식 경험율이 증가하여 비타민 D 불충분이 치아우식 경험과 유의한 연관성을 보였다. 우리나라 성인을 대상으로 연구에서는<sup>16</sup> 비타민 D 수치가 남성의 경우 20 ng/mL를 기준으로, 여성의 경우 30 ng/mL를 기준으로 우식치아 또는 우식 경험 치아 개수에 대해 유의한 관련성이 갖는 것으로 보고한 바 있으며 Kim 등<sup>15</sup>은 우리나라 10~12세에서 25(OH)D 농도가 50 nmol/L에서 영구치 우식의 경험율이 높아진다고 보고하였다. 캐나다 6~11세 어린이를 대상으로 한 연구<sup>24</sup>에서는 25(OH)D 농도가 75 nmol/L 이상인 경우에 치아우식 경험이 더 낮음을 보고하였고 카타르 7~16세에서 혈청 비타민 D가 부족한 어린이는 치아우식증 위험이 1.13배 높았다.<sup>25</sup> 본 연구 결과 남자청소년의 경우 30.0 ng/mL 이상인 군 대비 10 ng/mL 미만인 군에서 치아우식 경험의 위험이 높아졌다. 연령, 기초수급여부, 소득수준, 하루 칫솔질 횟수, 치과병의원 방문여부 변수를 보정하여 분석한 결과 30.0 ng/mL 이상인 군 대비 20.0 ng/mL 이상 30.0 ng/mL 미만인 군에서 치아우식 경험율이 증가하였다. 이와 같이 연구 대상의 연령은 다르지만 비타민 D와 치아우식증과의 관계에 대해 밝힌 선행 연구 결과와 일치한다.

비타민 D는 성장에 중요한 역할을 하고,<sup>26</sup> 골 대사뿐만 아니라 치아우식증에 대한 감수성과 관련이 있다는 결과가 보고되고 있다.<sup>27,28</sup> 비타민 D와 치아우식증과의 관련성에 대한 기전으로는 비타민 D가 법랑질의 무기질화(mineralization)에 중요한 역할을 한다는 가설이 제기된 바 있고,<sup>29</sup> Cogulu 등<sup>30</sup>은 비타민 D 수용체(vitamin D receptor, VDR)의 유전자 다형성(polymorphism)이 치아우식증의 위험이 높은 사람을 확인하는 지표로 사용될 수 있다고 보고한 바 있다.

한편 여성이 남성보다 치아우식증의 유병률 및 경험율이 유의미하게 높다는 연구 결과<sup>16,31</sup>에 따르면, 이는 여성이 남성보다 치아 맹출이 빠르며 치과에 더 자주 내원하기

때문이라고 설명하였다. 또한 남자 청소년보다 여자 청소년의 비타민 D 결핍율이 높았음에도 불구하고 치아우식과의 관련성에서는 유의미한 결과를 보이지 않았다. 이는 성별에 따라 비타민 D가 골격근에 미치는 영향의 차이가 있고,<sup>32</sup> 성별을 보정하였을 때 25(OH)D 수치와 치아우식과 유의한 상관관계가 없었다는 Kim 등<sup>15</sup>의 연구결과와 유사하다. 앞서 성인을 대상으로 한 연구<sup>16</sup>에서도 치아우식과 관련성이 보이는 혈중 비타민 D 농도 기준은 남녀의 차이가 있고, 남자와 달리 여자는 여성호르몬의 영향, 체질량지수, 당뇨병의 병력 여부에 따라 우식 치아 또는 우식 경험 치아 개수가 증가하는 것으로 나타나 남자와 다른 특징을 보였다. 본 연구에서도 여자 청소년에서 고려하지 못한 교란변수의 영향이 있었을 것으로 보이며, 명확하지는 않지만 성별에 따라 차이가 있음을 시사하고 향후 이를 밝히기 위한 연구가 필요할 것이다.

본 연구에서는 불충분( $20 \text{ ng/mL} \leq 25(\text{OH})\text{D} < 30 \text{ ng/mL}$ )군에서만 치아우식 경험과의 유의한 연관성을 보였고, 교란변수 보정 시 심한 결핍( $< 10 \text{ ng/mL}$ )군에서 유의미한 연관성이 사라졌다. 이는 청소년 대상으로 한 비타민 D와 내분비계의 관계 연구<sup>33</sup> 결과, 교란변수 보정 시 비타민 D의 심한결핍수준에서 유의미한 결과를 보이지 않은 점과 유사하다. 교란변수로 인해 관련성이 사라진 것으로 볼 수도 있지만, 비타민 D의 관련성과 별개로 전반적인 영양소의 부족을 주요한 요인으로 짐작할 수 있으며 심한결핍의 수가 적어 관련성을 보기 어려웠다고도 볼 수 있다. 일부 연구<sup>34,35</sup>에서는 불충분한 비타민 D 상태가 치아우식과 상관성이 있지만 법랑질 결함과는 관련이 없다고 보고하였고<sup>34</sup>, 미국 어린이 대상으로 한 연구<sup>35</sup>에서는 비타민 D 상태와 우식 경험간에 유의한 연관성을 밝히지 못했다고 보고하였다. 이처럼 비타민 D와 치아우식 간의 연관성에 대한 연구 결과들은 상이하며, 치아우식과 관련성을 보이는 비타민 D 농도기준에 대한 추가적인 연구도 필요할 것으로 보인다.

본 연구는 국민건강영양조사의 자료를 활용한 단면 연구이기에 혈중 비타민 D 상태와 치아우식 경험 간의 인과관계를 밝힐 수 없다는 제한점을 가진다. 본 연구에서는 불충분의 경우에서만 유의미한 결과가 나왔는데 그 원인은 본 연구에서 알 수 없었으며 추후 연구에서 밝혀야 할 점으로 생각된다. 혈중 비타민 D 농도는 야외활동, 계절, 거주 지역, 비타민 보충제 복용 여부 등에 영향을 미침에도 불구하고 그 변수들을 분석에 포함시키지 못하였다. 그럼에도 불구하고 국내에서는 비타민 D와 같은 비타민 및 무기질과 치아우식 간의 연관성에 관한 연구가 제한적이며, 본 연구는 대표성을 띠는 국민건강영양조사 자료를 이

용한 연구이며 치아우식증에 감수성이 강한 청소년 대상으로 처음으로 그 연관성을 밝힌 점에 의의가 있다. 이상의 결과를 종합해 보았을 때, 우리나라 남자 청소년에서 비타민 D의 불충분한 상태와 치아우식증 경험과의 연관성이 있음을 알 수 있으며, 야외활동과 더불어 비타민 D 섭취 및 중요성에 대한 교육이 필요할 것을 제안한다.

## 요 약

본 연구는 국민건강영양조사 2010~2014년 원시자료를 통합하여 우리나라 10~18세 청소년을 대상으로 검진조사, 구강조사, 영양조사 정보가 있는 총 2,655명의 자료를 이용하여 혈중 비타민 D 농도와 치아우식 경험과의 연관성에 대해 분석하였다.

- 1) 대상의 인구·사회학적 특성과 치아우식 경험과의 상관성을 분석한 결과, 남녀 모두 범주화한 연령이 높아질수록 치아우식 경험군의 비율이 높았다 ( $p < 0.0001$ ). 여자 청소년의 경우 소득수준이 낮아질수록 치아우식 경험이 높았으며 ( $p = 0.026$ ) 기초수급경험이 있을 경우 치아우식 경험율이 높았으나 ( $p = 0.001$ ) 남자 청소년은 유의한 차이가 없었다.
- 2) 혈중 25(OH)D 농도가 1 ng/mL 증가할 때마다 우식 경험 치아개수는 남자 청소년의 경우 0.059개씩 감소하는 것으로 나타났고 ( $p = 0.007$ ,  $R^2 = 0.009$ ) 여자 청소년의 경우 0.08개씩 감소하는 것으로 나타났으나 ( $p = 0.005$ ,  $R^2 = 0.010$ ) 보정 후 이러한 관련성이 통계적으로 유의하지 않았다.
- 3) 혈중 비타민 D 상태와 치아우식증 경험율간의 연관성을 알아본 결과 교란변수를 보정하지 않은 경우 남자 청소년에서 혈중 25(OH)D 농도가 30.0 ng/mL 이상인 군 대비 10.0 ng/mL 이상 20.0 ng/mL 미만인 군은 2.878배 ( $OR = 2.878$ , 95%  $CI = 1.106-7.491$ ), 10.0 ng/mL 미만인 군은 3.877배 ( $OR = 3.877$ , 95%  $CI = 1.250-12.028$ )로 치아우식 경험율이 증가하였다. 연령, 가구소득, 기초수급여부, 칫솔질횟수, 치과병의원 방문여부를 보정한 경우 혈중 25(OH)D 농도가 30.0 ng/mL 이상인 군 대비 20.0 ng/mL 이상 30.0 ng/mL 미만인 군에서 2.577배 ( $OR = 2.577$ , 95%  $CI = 1.013-6.557$ )로 치아우식 경험율이 증가하였으나 여자 청소년의 경우 유의한 연관성을 보이지 않았다.

결과적으로 혈중 비타민 D 수치가 치아우식 경험과 관련성이 있음을 시사하며 적절한 비타민 D 농도 유지의 중요성을 인식하고 향후 이를 위해 식사지침에 대한 연구 및 영양교육이 필요할 것이다.

## ORCID

최소연: <https://orcid.org/0000-0002-7036-1798>

서덕규: <https://orcid.org/0000-0002-0160-6317>

황지윤: <https://orcid.org/0000-0003-4003-1293>

## References

1. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet* 2007; 369(9555): 51-59.
2. Health Insurance Review and Assessment Service. 2016 National health insurance statistical yearbook. Wonju: Health Insurance Review and Assessment Service; 2017.
3. Ministry of Health and Welfare. Korean national oral health survey 2012. Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2013.
4. Jung JH, Kim KY, Jeong SH, Kim KS, Lee YM. The effect of the oral health behaviors on the periodontal status in teenagers. *J Korean Soc Dent Hyg* 2014; 14(2): 163-171.
5. Ministry of Health and Welfare. Third national health promotion master plan: HP 2020. Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2011.
6. Baek HJ, Na CH, Jeong SH, Ahn SH, Choi YH, Song KB. Analysis of newly formed dental caries and food intake pattern among adolescence over three years. *J Korean Acad Oral Health* 2011; 35(3): 317-325.
7. Moynihan P, Petersen PE. Diet, nutrition and the prevention of dental diseases. *Public Health Nutr* 2004; 7(1A): 201-226.
8. Kim HN. Relationship between intake of energy and protein and permanent teeth caries. *J Korean Soc Dent Hyg* 2016; 16(6): 943-953.
9. Kim JG, Cheon CW, Lee DC, Baik BJ. Relationship between dietary habits and dental caries experience in preschool children. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2001; 28(2): 271-280.
10. Kim JH, Lee KG. Correlation study of nutrient intake and oral health status - Based on the 5th primitive data of Korea National Health and Nutrition Examination Survey -. *J Korea Acad Ind Coop Soc* 2014; 15(5): 3051-3057.
11. Park JH. The correlation of dietary calcium and phosphorus intake with DMFT among Korean schoolchildren. *J Korean Soc Dent Hyg* 2017; 17(6): 1215-1223.
12. Hujoel PP, Lingström P. Nutrition, dental caries and periodontal disease: a narrative review. *J Clin Periodontol* 2017; 44 Suppl 18: S79-S84.
13. Hujoel PP. Vitamin D and dental caries in controlled clinical trials: systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* 2013; 71(2): 88-97.
14. Parthasarathy P, Priya V, Gayathri R. Relationship between vitamin D and dental caries-review. *J Pharm Sci Res* 2016; 8(6): 459-460.
15. Kim IJ, Lee HS, Ju HJ, Na JY, Oh HW. A cross-sectional study on the association between vitamin D levels and caries in the permanent dentition of Korean children. *BMC Oral Health* 2018; 18(1): 43.
16. Song EL, Song CH, La SA, Ock SM, Ju SY. Associations of serum vitamin D level with dental caries in Korean adults.

- Korean J Fam Pract 2016; 6(3): 172-178.
17. Lee A, Kim SH, Nam CM, Kim YJ, Joo SH, Lee KR. Prevalence of vitamin D deficiency and insufficiency in Korean children and adolescents and associated factors. *Lab Med Online* 2016; 6(2): 70-78.
  18. Kim SH, Oh MK, Namgung R, Park MJ. Prevalence of 25-hydroxyvitamin D deficiency in Korean adolescents: association with age, season and parental vitamin D status. *Public Health Nutr* 2014; 17(1): 122-130.
  19. Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2012: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-3). Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2013.
  20. Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2015: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-3). Sejong: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2016.
  21. Park DJ, Kim JH, Kang BS, Choi HH. The association of vitamin D with obesity in Korean adolescent: Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2012-2014. *Korean J Fam Pract* 2016; 6(2): 118-123.
  22. Baek JH, Yang HH, Lee MR, Kang DW, Jeon YJ, Park SG, Yoo SM. The association of vitamin D with depressive symptoms in Korean adolescents: Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2009~2011. *Korean J Fam Pract* 2015; 5(3 Suppl 2): 654-659.
  23. Lee YK, Kwon HJ. Correlations among eating habits, behaviors for dental health and dental caries of juveniles. *J Korean Soc Dent Hyg* 2013; 13(3): 419-424.
  24. Schroth RJ, Rabbani R, Loewen G, Moffatt ME. Vitamin D and dental caries in children. *J Dent Res* 2016; 95(2): 173-179.
  25. Bener A, Al Darwish MS, Hoffmann GF. Vitamin D deficiency and risk of dental caries among young children: a public health problem. *Indian J Oral Sci* 2013; 4(2): 75-82.
  26. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007; 357(3): 266-281.
  27. Hu XP, Li ZQ, Zhou JY, Yu ZH, Zhang JM, Guo ML. Analysis of the association between polymorphisms in the vitamin D receptor (VDR) gene and dental caries in a Chinese population. *Genet Mol Res* 2015; 14(3): 11631-11638.
  28. Yu M, Jiang QZ, Sun ZY, Kong YY, Chen Z. Association between single nucleotide polymorphisms in vitamin D receptor gene polymorphisms and permanent tooth caries susceptibility to permanent tooth caries in Chinese adolescent. *BioMed Res Int* 2017; 2017: 4096316.
  29. Berdal A, Lézet F, Néfussi JR, Sautier JM. Mineralized dental tissues: a unique example of skeletal biodiversity derived from cephalic neural crest. *Morphologie* 2000; 84(265): 5-10.
  30. Cogulu D, Onay H, Ozdemir Y, Aslan GI, Ozkinay F, Eronat C. The role of vitamin D receptor polymorphisms on dental caries. *J Clin Pediatr Dent* 2016; 40(3): 211-214.
  31. Kwon HK, Kim HJ. Relationship between diet intake and dental caries experience of middle school students. *J Korean Acad Oral Health* 1994; 18(1): 119-143.
  32. Lim JS, Kim KM, Rhee Y, Lim SK. Gender-dependent skeletal effects of vitamin D deficiency in a younger generation. *J Clin Endocrinol Metab* 2012; 97(6): 1995-2004.
  33. Kim YJ, Kim YL, Kim KW, Cho IJ, Hwang BW. Associations between Vitamin D and Insulin resistance in Korean adolescents: 2008, 2009 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J Fam Pract* 2017; 7(2): 188-194.
  34. Gyll J, Ridell K, Öhlund I, Karlsland Åkeson P, Johansson I, Lif Holgerson P. Vitamin D status and dental caries in healthy Swedish children. *Nutr J* 2018; 17(1): 11.
  35. Herzog K, Scott JM, Hujoel P, Seminario AL. Association of vitamin D and dental caries in children: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2005-2006. *J Am Dent Assoc* 2016; 147(6): 413-420.