

# 수돗물불소농도조정사업 지역과 비사업지역 아동 간의 치아우식 발생 격차 관련요인

한상준<sup>1</sup>, 권용봉<sup>1</sup>, 김세연<sup>1,2</sup>, 김지수<sup>1,2</sup>, 이정하<sup>1</sup>, 김진범<sup>1,2</sup>

부산대학교 치의학전문대학원 <sup>1</sup>예방과사회치치의학교실, <sup>2</sup>BK21플러스 사업단

## Factors related to the difference in the incidence of caries between children in fluoridated and non-fluoridated areas

Sang-Jun Han<sup>1</sup>, Yong-Bong Kwon<sup>1</sup>, Se-Yeon Kim<sup>1,2</sup>, Ji-Soo Kim<sup>1,2</sup>, Jung-Ha Lee<sup>1</sup>, Jin-Bom Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Preventive & Community Dentistry, <sup>2</sup>BK21 PLUS Project, School of Dentistry, Pusan National University, Yangsan, Korea

**Received:** August 17, 2018  
**Revised:** November 23, 2018  
**Accepted:** November 27, 2018

**Corresponding Author:** Jin-Bom Kim  
Department of Preventive & Community  
Dentistry, School of Dentistry, Pusan  
National University, 49 Busandaehak-ro,  
Mulgeum-eup, Yangsan 50612, Korea  
Tel: +82-51-510-8223  
Fax: +82-51-510-8221  
E-mail: jbmkim@pusan.ac.kr

**Objectives:** The aim of this study is to analyze the differences in factors related to the incidence of dental caries between children in fluoridated and non-fluoridated areas and compared the DMFT and DMFS scores to confirm the effect of water fluoridation program (WFP) in Geoje and Changwon.

**Methods:** The oral health examination and questionnaire survey were conducted in fluoridated and non-fluoridated areas. The number of surveyed children aged 8, 10, and 12 years in the fluoridated and non-fluoridated area of two cities was 1,524 and 1,383, respectively. Self-recorded questionnaires included self-perception of their own dental health, daily toothbrushing frequency, intake frequency of cariogenic sweet snacks and beverages, experience of gingival bleeding, experience of unmet dental treatment, and use of oral hygiene device except for toothbrush and toothpaste. The prevalence of caries and fissure-sealant status were surveyed. The logistic regression analysis was used to analyze the difference in children's self-rated oral health status between the fluoridated and non-fluoridated area. The mean number of sealed teeth and surfaces, marginal means of the DMFT and DMFS scores adjusted for the difference in the samples' sex distribution, and region were compared between the fluoridated and non-fluoridated areas.

**Results:** In the fluoridated area, the experience rate of unmet dental treatments was higher among children aged 10 years, intake frequency of cariogenic sweet snacks and beverages were higher among the whole sample, and experience rate of professional fluoride application were lower than in the non-fluoridated area. The DMFT score for permanent dentition adjusted for differences in sex, region, and mean number of fissure-sealed teeth in the fluoridated area was significantly lower among whole samples and 8-, 10-, and 12-year-olds alone than in the non-fluoridated area.

**Conclusions:** WFP can alleviate oral health inequality because it is effective in reducing the incidence of caries among children in disadvantaged demographic, socioeconomic, and cultural contexts.

**Key Words:** Dental caries, DMFT, Oral health inequality, Fissure-sealant, Fluoride, Water fluoridation

## 서론

2016년 국민건강보험 외래진료 질환 중에서 요양급여비용이 가장 많이 소요된 10대질환으로 ‘치아 및 지지구조의 기타장애’는 1조 475억원으로서 제2위이고, ‘치수 및 치근단주위조직 질환’은 5,919억원으로서 제5위이며, ‘치아우식’은 3,300억원으로서 9위를 차지하였다<sup>1)</sup>. ‘치아 및 지지구조의 기타장애’는 치아가 상실되어 보철치료를 할 때 분류되는 경우가 많고, ‘치수 및 치근단주위조직 질환’은 대부분 치아우식이 심하게 진행되어 발생한 질병으로서 치아우식의 속발증으로 분류할 수 있다. 치아우식은 도시 농촌 구별 없이 남녀노소가 겪고 있는 범발성 질환으로서 국민 건강에 위해를 끼치고 있으며, 치료와 상실치아 보철에 막대한 경제적 부담을 지우고 있다.

치아가 상실되는 원인으로서 Lee 등<sup>2)</sup>은 치아우식이 40.3%, 치주병이 22.3%, 치아우식과 치주병이 동반된 경우가 4.9%로 보고한 바가 있다. 따라서, 치아우식은 치주병과 더불어 치아상실의 양대질환으로서 구강건강증진을 위하여 극복해야 할 중요한 질환이다. 치아우식은 남녀노소 연령을 가리지 않고 널리 발생하는 범발성질환으로서 여러 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는 질환이다<sup>3)</sup>.

숙주요인으로 치아우식예방을 위한 개인의 행동과 태도가 근래에 와서 주목을 받고 있다. 치아우식예방에 바람직한 행동과 태도를 육성하기 위해서는 구강건강정보를 이해하고 활용하는 능력, 즉 구강건강문해력(oral health literacy)를 높일 필요가 있다<sup>4)</sup>. 환경요인으로서의 설탕으로 대표가 되고 있는 당분 섭취량과 빈도가 치아우식 발생에 크게 영향을 미치고 있다<sup>5)</sup>. 치아우식은 치면세균막이 당분을 이용하면서 생성한 산으로 치아의 수산화인회석을 파괴하여 생기는 질환이다. 따라서 병원체 요인인 치면세균막의 증식을 억제하고 산 생성 능력을 억제하는 우식예방제로서 불소의 활용과 보급 정도도 치아우식 발생에 큰 영향을 미치고 있으며<sup>5)</sup>, 교합면 우식을 예방하기 위한 치면열구전색도 치아우식 예방의 중요 수단으로 이용되고 있다<sup>6)</sup>.

하지만, 이런 치아우식 예방수단을 활용하는 데에는 사회경제적 수준과 사회제도가 뒷받침되어서 지역사회 구강보건사업의 개발이 병행되어야 비로소 지역사회와 국가 전체적으로 우식 발생도를 낮출 수가 있다. Song 등<sup>7)</sup>은 한국 성인에서 사회경제적 상태와 구강건강 행태는 우식발생과 관련이 있다고 보고하였고, Kim<sup>8)</sup>은 사회경제적 상태가 낮을수록 바람직하지 못한 구강건강행위를 할 확률이 높다고 보고하였다. Jung 등<sup>9)</sup>도 사회경제적 상태에 따라 구강건강에 격차를 느끼고 있음을 보고하였다. 또한 사회경제적 조사의 일환으로 가구풍요도(FAS: family affluence scale)를 활용하기도 한다<sup>10)</sup>. Kim 등<sup>11)</sup>은 가구풍요도 점수가 낮은 집단의 자녀들이 높은 집단보다 치아우식이 더 많이 발생하며, 수돗물불소농도조정사업(이하 ‘수불사업’) 지역에서는 비사업지역보다 가구풍요도 차이에 따른 치아우식 발생 격차가 감소하고 있음을 보고하였다.

Park 등<sup>12)</sup>은 경남 합천군에서 보건소의 구강보건사업의 일환

으로 치면열구전색사업과 수불사업으로 치아우식 발생을 효과적으로 감소할 수 있었다고 보고한 바가 있다. Cho 등<sup>13)</sup>은 국민건강보험공단 구강진료 자료를 분석한 결과, 우리나라 수불사업지역에서 전체적으로 비사업지역보다 구강진료횟수가 감소하였고, 수불사업 기간이 길수록 1인당 구강진료비가 적었다고 보고하였다.

거제시와 창원시 의창구와 성산구는 치아우식 예방을 위하여 2008년부터 수불사업을 개시하였다. 거제시에서는 사천정수장, 구천정수장, 연초정수장, 일운정수장에서 수돗물을 생산하고 있으며, 한국수자원공사가 거제시로부터 위탁을 받아 관리하고 있다<sup>14)</sup>. 수불사업은 2008년 11월부터 구천정수장에서만 시행하고 있으며, 구천정수장에서 생산한 수돗물은 장승포동, 마전동, 능포동, 두모동, 상문동, 아주동, 동부면 일부와 거제면에 공급되고 있다<sup>15)</sup>. 거제시는 2008년 구천정수장에 불소첨가장비를 설치하고 11월부터 수불사업을 시행하고 있다. 구천정수장의 수불사업 수혜인구는 67,000명으로 집계되고 있으며 거제시 전체인구 257,781명의 25.6%로 추산되고 있다<sup>14-16)</sup>.

창원시는 2010년 7월 1일 인근 마산시 및 진해시와 통합하였으며, 의창구, 성산구, 마산합포구, 마산회원구, 진해구를 두고 있다. 창원시에는 보건소가 3개소로서 창원보건소, 마산보건소, 진해보건소를 두고 있으며, 창원보건소는 의창구와 성산구, 마산보건소는 마산합포구와 마산회원구, 진해보건소는 진해구를 각각 관할하고 있다.

창원시에서는 의창구 대산정수장, 의창구 북면정수장, 의창구 반송정수장, 진해구 석동정수장, 함안군 칠서정수장에서 수돗물을 생산하여 공급하고 있다. 의창구 대산정수장은 강변여과수를 원수로서 수돗물을 생산하고 있고, 2008년 11월부터 수돗물불소농도 조정사업을 시행하고 있다. 급수지역은 의창구와 성산구로서 의창구 동읍, 북면, 대산면, 의창동, 봉림동, 용지동, 성산구 반송동, 사파동, 가음정동, 성주동이다. 대산정수장 수불사업 수혜인구는 263,450명으로서 의창구와 성산구 전체인구의 53.4%로 추산되고 있다. 진해구 석동정수장은 1998년 8월부터 수불사업을 시행하고 있다<sup>15,17,18)</sup>.

이에 본 연구에서는 2008년부터 같은 해에 수불사업을 시작한 지역과 비사업지역이 혼재되어 있는 거제시와 창원시에서 치아우식 발생에 관련이 있다고 알려진 요인들을 수불사업지역과 비사업지역 아동 간에 차이를 분석하고, 치아우식 경험도를 비교하여 수불사업 효과를 확인하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

2015년 거제시와 창원시 성산구와 의창구에 거주하는 8세, 10세, 12세 아동을 연구대상 아동으로 선정하였다. 본 연구에서는 2008년부터 같은 해에 수불사업을 시작한 수불사업지역과 비사업지역이 혼재되어 있는 거제시와 창원시에서 치아우식 발생 차이에 관련이 있다고 알려진 요인을 사업지역과 비사업지역이 아동들 간에 차이를 분석하기 위해 두 지역을 같이 묶어서 분석하였다. 거

거제시와 창원시 두 지역에서 수불사업을 시행하고 있는 지역과 그 이외의 지역으로 구분하여 각각의 지역 중 동(洞)지역에 거주하는 초등학교와 중학생 중에서 표본을 선정하였다. 표본학교 선정에서는 관할 보건소의 자문으로 가능한 한 수불사업지역과 비사업지역에서 사회경제적으로 유사할 것으로 추정되는 초등학교와 중학교를 선정하였다(Fig. 1).

거제시와 창원시 성산구와 의창구에서 사업군은 수불사업지역에서, 대조군은 비사업지역에서 학교 단위로 집락표본을 추출하였고, 표본조사로서 구강검사와 설문조사를 시행하였다. 학령을 중심으로 8세, 10세는 초등학교에서, 12세는 중학교에서 조사하였다. 거제시 총인구 중 8세, 10세, 12세 학생수는 8,106명이었<sup>19)</sup>. 거제시에서는 수불사업지역에서 초등학교 3개교, 중학교 2개교, 비사업지역에서는 초등학교 2개교, 중학교 2개교가 표본대상 학교로 선정되었다. 2015년 본 연구 구강검사 대상학교 학생수는 수불사업지역에서 8세, 10세, 12세 합계 834명이었고, 비사업지역에서 8세, 10세, 12세 합계 703명이어서 거제시 전체 검사대상자수는 1,537명이었다. 거제시에서는 2015년 4월 중에 검사 대상학교로 선정된 초등학교와 중학교에서 8세, 10세, 12세 학생들을 대상으로 영구치 우식경험도를 조사하였다. 그러나, 구강검사 대상자 중에서 구강건강행동 등을 조사하는 설문지 일부문항에 응답을 누락한 사람을 제외한 결과, 본 연구의 분석에 활용된 거제시 대상자수는 수불사업지역에서 8세 251명, 10세 234명, 12세 323명 합계 808명이었고, 비사업지역에서 8세 217명, 10세 210명, 12세 258명 합계 685명이어서 전체 연구대상자수는 1,493명이었으며, 거제시 8세, 10세, 12세 총 학생수의 18.4%이었다.

창원시 성산구와 의창구의 총인구 중에서 수불사업지역 중 동(洞)지역에 거주하는 8세, 10세, 12세 학생 수는 모두 5,983명이었고, 비사업지역 중 동(洞)지역에 거주하는 8세, 10세, 12세 학생 수는 모두 6,250명이었<sup>18)</sup>. 창원시에서는 수불사업지역과 비사업지역에서 각각 초등학교 2개교, 중학교 2개교가 표본대상 학교로 선정되었다. 창원시 수불사업지역 8세, 10세, 12세 표본수는 722명이었고, 비사업지역 총 표본 수는 707명이었다. 창원시 성산구와 의창구에서는 2015년 5-6월 중에 검사 대상학교로 선정된 초등학교와 중학교에서 8세, 10세, 12세 학생들을 대상으로 영구치 우식경험도를 조사하였다. 그러나, 구강검사 대상자 중에서 구강건강행동 등을 조사하는 설문지 일부문항에 응답을 누락한 사람을 제외한 결과, 본 연구의 분석에 활용된 창원시 성산구와 의창구 대상자수는 수불사업지역에서 8세, 10세, 12세 합계 716명이었고, 비사업지역에서 8세, 10세, 12세 합계 698명이어서 창원시 성산

구와 의창구 전체 검사대상자수는 1,414명이었으며, 창원시 성산구와 의창구 동(洞)지역에 거주하는 8세, 10세, 12세 총 학생수의 12.6%이었다.

거제시와 창원시 성산구, 의창구에 대한 조사는 양산부산대학교병원 임상시험심사위원회(PNUDH-2015-013)의 심사와 승인을 받고 연구대상자 학부모의 동의를 얻어 시행하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 설문조사와 구강검사

본 연구에서는 구강건강과 관련되는 인구나사회경제적 요인 이외에 치과치료 미수진 경험, 치은출혈 경험과 주관적 치아건강에 대한 인식을 설문조사에 포함시켰다<sup>20)</sup>. 설문조사에서는 자신의 치아건강에 대한 인식, 1일 잇솔질 횟수, 우식성 간식 섭취빈도, 우식성 음료 섭취빈도, 치은출혈 경험 여부, 필요한 치과치료 미수진 경험 여부, 지난 1달간 잇솔과 세치제(치약) 이외의 구강보조용품 사용 여부에 대하여 자기기입식으로 조사하였다.

구강검사에서는 치아우식검사 기준통일을 위한 조사자 기준 통일훈련을 받고 2012년 국민구강건강실태조사에 참여하였던 치과 의사 1인이 세계보건기구에서 권장하는 구강검사법<sup>21)</sup>을 기준으로 치아를 검사하여 영구치 우식경험 상태 및 열구전색 영구치 보유 상태를 조사하였다. 구강검사에는 기록요원이 동행하여 검사자가 구술하는 검사결과를 기록하였으며, 편성요원은 담임교사와 협조 및 검사과정의 질서유지 등의 실무를 담당하였다.

### 2.2. 자료 분석 방법

거제시와 창원시 성산구와 의창구의 수불사업지역과 비사업지역에 거주하는 표본아동들의 설문조사와 구강검사결과를 통합하여 IBM SPSS Statistics 23.0<sup>®</sup> (IBM, Chicago, IL, USA)을 사용하여 분석하였다. 다항 및 이분형 로지스틱 분석으로 비수불지역 아동에 대한 수불지역 아동들의 자기 구강건강 인식 및 구강건강 행태 차이를 분석하였다. 구강검사 결과 분석에서는 혼란변수의 영향을 조정하기 위하여 공분산분석(ANCOVA)을 이용하고, 표본의 성별, 지역, 열구전색영구치(면)수를 공변량으로 두어 차이를 보정하여 DMFT index, DMFS index 등의 치아우식경험도 추정 평균(estimated mean)을 산출하였다. 제1종 오류에 대한 유의수준은 0.05로 판정하였으며, 0.1 미만일 경우 경향성을 검토하였다.

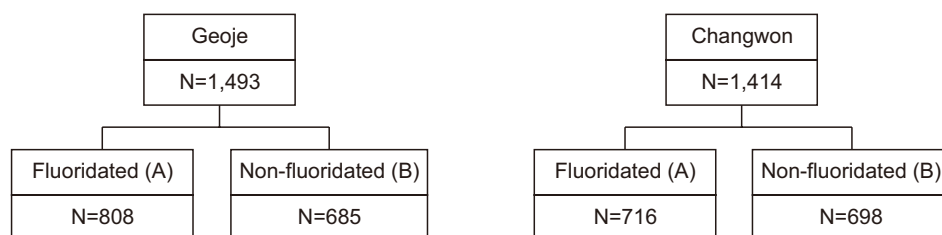


Fig. 1. Cluster sampling of subjects. (A) Program, (B) Control.

## 연구 성적

### 1. 열구전색영구치지수 및 열구전색영구치면지수

1인평균 열구전색영구치수를 의미하는 열구전색영구치지수는 전체표본과 10세, 12세에서 수불지역보다 비수불지역에서 더

많았고, 1인평균 열구전색영구치면수를 의미하는 열구전색영구치면지수도 마찬가지로 전체표본과 10세, 12세에서 수불지역보다 비수불지역에서 더 많았다(Table 1).

**Table 1.** Mean number of fissure-sealed teeth and surfaces in permanent dentition

Variable	Age	Non-WFP*			WFP†			P
		N	Mean	SE	N	Mean	SE	
Fissure-sealed teeth	Total	1,383	1.55	0.06	1,524	1.17	0.04	<b>&lt;0.001</b>
	8	423	1.09	0.07	479	1.17	0.06	0.372
	10	469	1.33	0.08	436	1.01	0.07	<b>0.001</b>
	12	491	2.15	0.15	609	1.28	0.07	<b>&lt;0.001</b>
Fissure-sealed surfaces	Total	1,383	1.79	0.07	1,524	1.39	0.05	<b>&lt;0.001</b>
	8	423	1.36	0.09	479	1.47	0.09	0.406
	10	469	1.62	0.09	436	1.19	0.08	<b>&lt;0.001</b>
	12	491	2.32	0.16	609	1.47	0.08	<b>&lt;0.001</b>

\*Subjects without water fluoridation program in Geoje and Changwon.

†Subjects with water fluoridation program in Geoje and Changwon.

**Table 2.** Experience rate of unmet curative dental treatment needs, gingival bleeding, and self-perceived status of dental health

	Age		Non-WFP*		WFP†		P
			N	%	N	%	
Unmet treatment	Total	Experience	259	18.7	323	21.2	0.104
		Non-experience	1,124	81.3	1,201	78.8	
	8	Experience	69	16.3	92	19.2	0.296
		Non-experience	354	83.7	387	80.8	
	10	Experience	72	15.4	102	23.4	<b>0.002</b>
		Non-experience	397	84.6	334	76.6	
Gingival bleeding	12	Experience	118	24.0	129	21.2	0.276
		Non-experience	373	76.0	480	78.8	
	Total	Experience	495	35.8	513	33.7	0.242
		Non-experience	888	64.2	1,011	66.3	
	8	Experience	128	30.3	141	29.4	0.827
		Non-experience	295	69.7	338	70.6	
Self-perceived dental health	10	Experience	175	37.3	158	36.2	0.783
		Non-experience	294	62.7	278	63.8	
	12	Experience	192	39.1	214	35.1	0.187
		Non-experience	299	60.9	395	64.9	
	Total	Good	650	47.0	635	41.7	<b>0.009</b>
		Fair	606	43.8	718	47.1	
	8	Poor	127	9.2	171	11.2	0.140
		Good	209	49.4	207	43.2	
	10	Fair	176	41.6	230	48.0	<b>0.001</b>
		Poor	38	9.0	42	8.8	
	12	Good	244	52.0	200	45.9	0.571
		Fair	210	44.8	196	45.0	
		Poor	15	3.2	40	9.2	
		Good	197	40.1	228	37.4	
		Fair	220	44.8	292	47.9	
		Poor	74	15.1	89	14.6	

\*Subjects without water fluoridation program in Geoje and Changwon.

†Subjects with water fluoridation program in Geoje and Changwon.

**Table 3.** Oral health-compromising and -enhancing behaviors

	Age		Non-WFP*		WFP†		P
			N	%	N	%	
Intake frequency of cariogenic snacks	Total	≤ once per 2-3 days	748	54.1	767	50.3	<b>0.045</b>
		≥ once per day	635	45.9	757	49.7	
	8	≤ once per 2-3 days	218	51.5	215	44.9	<b>0.053</b>
		≥ once per day	205	48.5	264	55.1	
	10	≤ once per 2-3 days	260	55.4	243	55.7	0.947
		≥ once per day	209	44.6	193	44.3	
Intake frequency of cariogenic drinking	12	≤ once per 2-3 days	270	55.0	309	50.7	0.163
		≥ once per day	221	45.0	300	49.3	
	Total	≤ once per 2-3 days	1,090	78.8	1,147	75.3	<b>0.025</b>
		≥ once per day	293	21.2	377	24.7	
	8	≤ once per 2-3 days	351	83.0	390	81.4	0.601
		≥ once per day	72	17.0	89	18.6	
Daily toothbrushing	10	≤ once per 2-3 days	379	80.8	343	78.7	0.456
		≥ once per day	90	19.2	93	21.3	
	12	≤ once per 2-3 days	360	73.3	414	68.0	<b>0.055</b>
		≥ once per day	131	26.7	195	32.0	
	Total	≤ once	120	8.7	117	7.7	0.342
		≥ twice	1,263	91.3	1,407	92.3	
Dental floss	8	≤ once	38	9.0	36	7.5	0.466
		≥ twice	385	91.0	443	92.5	
	10	≤ once	43	9.2	41	9.4	0.909
		≥ twice	426	90.8	395	90.6	
	12	≤ once	39	7.9	40	6.6	0.412
		≥ twice	452	92.1	569	93.4	
Gargling solution	Total	No use	1,171	84.7	1,287	84.4	0.878
		Use	212	15.3	237	15.6	
	8	No use	359	84.9	402	83.9	0.714
		Use	64	15.1	77	16.1	
	10	No use	386	82.3	362	83.0	0.793
		Use	83	17.7	74	17.0	
Topical fluoride application	12	No use	426	86.8	523	85.9	0.725
		Use	65	13.2	86	14.1	
	Total	No use	890	64.4	930	61.0	0.066
		Use	493	35.6	594	39.0	
	8	No use	273	64.5	285	59.5	0.131
		Use	150	35.5	194	40.5	
Gargling solution	10	No use	326	69.5	289	66.3	0.319
		Use	143	30.5	147	33.7	
	12	No use	291	59.3	356	58.5	0.805
		Use	200	40.7	253	41.5	
	Total	Experience	1,147	82.9	1,405	92.2	<b>&lt;0.001</b>
		Non-experience	236	17.1	119	7.8	
Topical fluoride application	8	Experience	359	84.9	412	86.0	0.637
		Non-experience	64	15.1	67	14.0	
	10	Experience	321	68.4	406	93.1	<b>&lt;0.001</b>
		Non-experience	148	31.6	30	6.9	
	12	Experience	467	95.1	587	96.4	0.363
		Non-experience	24	4.9	22	3.6	

\*Subjects without water fluoridation program in Geoje and Changwon.

†Subjects with water fluoridation program in Geoje and Changwon.



## 2. 필요한 치과치료 미수진 경험률, 치은출혈경험률 및 자신의 치아건강에 대한 인식

필요한 치과치료를 제대로 받지 못한 경험률, 즉 치과치료미수진경험률은 10세에서 비사업지역보다 수불사업지역에서 더 높았고, 치은출혈경험률은 비사업지역과 수불사업지역 간에 차이가 없었다. 자신의 치아건강이 좋다고 인식하고 있는 아동은 전체표본과 10세에서 수불사업지역보다 비사업지역에서 더 많았고, 자신의 치아건강이 나쁘다고 인식하고 있는 아동은 전체표본과 10세에서 수불사업지역보다 비사업지역에서 더 적었다(Table 2).

## 3. 구강건강 저해행동 및 구강건강 증진행동

과자, 사탕 등의 우식성 간식품과 콜라, 사이다와 같은 당분 성

분이 많이 함유된 음료를 섭취하는 빈도를 조사하였다(Table 3). 우식성 간식품을 1일 1회 이상 먹는 아동의 비율은 전체표본에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 많았고( $P=0.045$ ), 8세에서는 수불사업지역에서 비사업지역보다 많은 경향이 있었다( $P=0.053$ ). 우식성 음료를 1일 1회 이상 먹는 아동의 비율은 전체표본에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 많았고( $P=0.025$ ), 12세에서는 수불사업지역에서 비사업지역보다 많은 경향이 있었다( $P=0.055$ ).

구강건강증진 행동으로 1일 이닦기 횟수, 치간세정폰사(齒間洗淨分絲, dental floss)와 구강세정액(gargling solution) 사용 여부에 대하여 조사하였다. 1일 이닦기 횟수와 치간세정폰사 사용여부는 수불사업지역과 비사업지역 간에 유의한 차이가 없었다. 다만, 구강세정액은 전체아동에서 비사업지역보다 수불사업지역에

**Table 4.** Experience of unmet curative dental treatment needs and gingival bleeding, oral health-compromising behaviors (intake frequency of cariogenic snacks and beverages) and oral health-enhancing behaviors among children in water fluoridated program area compared to children in non-water fluoridated program area

Category	Dependent variables	Age	P	Exp(B)	95% CI	
					Lower	Upper
Experience of unmet curative dental treatment	Experience (ref: non-experience)	Total	0.132	1.151	0.96	1.38
		8	0.275	1.213	0.86	1.71
		10	0.003	1.669	1.19	2.34
		12	0.210	0.833	0.63	1.11
Experience of gingival bleeding	Experience (ref: non-experience)	Total	0.201	0.905	0.78	1.05
		8	0.769	0.958	0.72	1.28
		10	0.746	0.956	0.73	1.25
		12	0.157	0.837	0.65	1.07
Oral health-compromising behaviors	Snack $\geq$ once per day (ref: $\leq$ once per 2-3 days)	Total	0.049	1.158	1.00	1.34
		8	0.048	1.303	1.00	1.69
		10	0.770	0.961	0.74	1.25
		12	0.236	1.156	0.91	1.47
	Beverage $\geq$ once per day (ref: $\leq$ once per 2-3 days)	Total	0.026	1.220	1.02	1.45
		8	0.537	1.114	0.79	1.57
		10	0.440	1.137	0.82	1.58
		12	0.044	1.312	1.01	1.71
Oral health-enhancing behaviors	Daily toothbrushing $\geq$ twice (ref: $\leq$ once)	Total	0.370	1.130	0.87	1.47
		8	0.425	1.214	0.75	1.96
		10	1.000	1.000	0.64	1.57
		12	0.492	1.176	0.74	1.87
	Professional topical fluoride application (ref: non-experience)	Total	<.001	0.411	0.32	0.52
		8	0.630	0.912	0.63	1.33
		10	<.001	0.152	0.10	0.24
		12	0.290	0.725	0.4	1.31
	Dental floss use (ref: no use)	Total	0.785	1.028	0.84	1.26
		8	0.683	1.078	0.75	1.55
		10	0.885	0.975	0.69	1.38
		12	0.693	1.073	0.76	1.52
	Gargling solution use (ref: no use)	Total	0.097	1.137	0.98	1.32
		8	0.142	1.225	0.93	1.61
		10	0.316	1.155	0.87	1.53
		12	0.902	1.015	0.80	1.29

Binary logistic regression model.

CI: Confidence Interval

Odds ratio (Exp(B)) is adjusted for gender, region (Geoje & Changwon) and age (only total).

서 더 많이 사용하는 경향이었다( $P=0.066$ ). 치과진료기관에서 전문가 불소도포를 받아 본 적이 있는 아동은 전체표본과 10세에서 수불사업지역보다 비사업지역에서 더 높았다(Table 3,  $P<0.001$ ).

#### 4. 비수불사업 지역과 비교하여 수불사업 지역 아동에서 필요 한 구강진료 미수진 경험, 치은출혈 경험, 구강건강저해행 동, 구강건강 증진행동에 대한 오즈비

로지스틱회귀분석 결과, 필요한 구강진료 미수진 경험률은 10세에서 수불사업 지역에서 비사업 지역보다 1.669배 높았다. 구강건강 저해행동에서 1일 1회 이상 우식성 간식품을 먹는 아동은 전체표본과 8세에서 수불사업 지역에서 비사업 지역보다 각각 1.158배 및 1.303배 많았고, 1일 1회 이상 우식성 음료를 먹는 아동은 전체표본에서 수불사업 지역에서 비사업 지역보다 1.220배 많았다. 반면에, 구강건강 증진행동에서 1일 이닦기횟수는 수불사업 지역과 비사업 지역 간에 유의한 차이가 없었다. 전문가 불소도포를 경험한 아동은 전체표본과 10세에서 수불사업 지역에서 비사업 지역보다 각각 0.411배 및 0.152배 적었고, 치간세정폰사와 구강세정액 사용은 수불사업 지역과 비사업 지역 간에 유의한 차이가 없었다(Table 4).

#### 5. 비사업지역과 비교하여 수불사업지역 아동에서 자신의 구강건강 상태 인식에 대한 오즈비

수불사업지역 아동의 자신의 구강건강 상태에 대한 오즈비가 전체에서는 ‘ 좋음’에서 0.740으로 비사업지역보다 적었고 ( $P=0.021$ ), 10세에서는 ‘ 좋음(Good)’에서 0.321로 비사업지역보다 적었고( $P<0.001$ ), ‘ 보통(Fair)’에서 0.360으로 비사업지역보다 적었다(Table 5,  $P=0.001$ ).

**Table 5.** Self-perceived oral health status among children in water fluoridated program area compared to children in non-water fluoridated program area

Age	Self-perceived dental health	Exp (B)	95% Confidence Interval		P
			Lower	Upper	
Total	Good	0.740	0.57	0.96	0.021
	Fair	0.893	0.69	1.15	0.386
8	Good	0.897	0.55	1.45	0.657
	Fair	1.185	0.73	1.92	0.491
10	Good	0.321	0.17	0.60	<0.001
	Fair	0.360	0.19	0.67	0.001
12	Good	0.964	0.67	1.39	0.845
	Fair	1.090	0.76	1.55	0.636

Multinomial logistic regression model.

Independent variable: non-water fluoridated program area=0, water fluoridated program area=1.

Dependent variable: reference category=poor.

Odds ratio (Exp (B)) is adjusted for gender, region (Geoje & Changwon) and age (only total).

#### 6. 미충전 우식영구치지수 및 우식영구치면지수

성별, 지역(거제시, 창원시), 열구전색영구치지수 및 열구전색영구치면지수를 보정한 미충전 우식영구치지수(Untreated DT index)는 12세와 전체표본에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 많았고 10세에서는 수불사업지역에서 비사업지역보다 많은 경향이였으며( $P=0.076$ ), 미충전 우식영구치면지수(Untreated DS index)는 10세, 12세 및 전체표본에서 수불사업지역에서 비사업 지역보다 많았다(Table 6).

#### 7. 우식경험영구치지수 및 우식경험영구치면지수

성별, 지역(거제시, 창원시), 열구전색영구치지수 및 열구전색

**Table 6.** Mean number of untreated decayed teeth and decayed surfaces in permanent dentition among children in non-water fluoridation program and water fluoridation program area

Variables	Age	Non-WFP*		WFP†		P
		Mean	SE	Mean	SE	
Untreated DT	Total	0.03	0.00	0.05	0.01	<b>0.002</b>
	8	0.01	0.01	0.02	0.01	0.322
	10	0.01	0.00	0.03	0.01	0.076
	12	0.06	0.01	0.10	0.01	<b>0.014</b>
Untreated DS	Total	0.04	0.01	0.07	0.01	<b>&lt;0.001</b>
	8	0.02	0.01	0.02	0.01	0.697
	10	0.01	0.00	0.03	0.01	<b>0.035</b>
	12	0.07	0.01	0.14	0.02	<b>&lt;0.001</b>

\*Subjects without water fluoridation program in Geoje and Changwon.

†Subjects with water fluoridation program in Geoje and Changwon.

Generalized linear model (distribution=poisson).

Estimated marginal means were adjusted gender, area (Geoje & Changwon) and number of fissure sealed teeth or surfaces.

SE: standard error.

**Table 7.** Mean number of decayed, missing and filled teeth and decayed, missing and filled surfaces in permanent dentition among children in non-water fluoridation program and water fluoridation program area

Variables	Age	Non-WFP*		WFP†		P
		Mean	SE	Mean	SE	
DMFT	Total	1.02	0.04	0.79	0.04	<b>&lt;0.001</b>
	8	0.47	0.04	0.35	0.04	<b>0.049</b>
	10	0.90	0.06	0.64	0.06	<b>0.002</b>
	12	1.61	0.09	1.25	0.08	<b>0.002</b>
DMFS	Total	1.39	0.06	1.04	0.05	<b>&lt;0.001</b>
	8	0.64	0.07	0.47	0.06	0.057
	10	1.22	0.08	0.83	0.09	<b>0.001</b>
	12	2.20	0.13	1.65	0.11	<b>0.001</b>

\*Subjects without water fluoridation program in Geoje and Changwon.

†Subjects with water fluoridation program in Geoje and Changwon.

Univariate analysis of variance.

Estimated marginal means were adjusted for gender, region (Geoje & Changwon) and number of fissure sealed teeth or surfaces.

SE: standard error.

영구치면지수를 보정한 우식경험영구치지수(DMFT index)는 전체표본과 8세, 10세, 12세 모두에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 낮았고, 우식경험영구치면지수(DMFS index)는 전체표본과 10세, 12세에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 낮았으며, 8세에서는 낮은 경향이었다(Table 7).

## 고 안

거제시와 창원시 의창구 및 성산구에서는 수불사업지역보다 비사업지역에서 치면열구전색영구치지수와 치면열구전색영구치면지수가 전체표본과 10세, 12세에서 높았다. 치면열구전색이 치아우식 예방을 위한 강력한 수단이어서<sup>6)</sup>, 2009년 12월부터 국민건강보험에서도 급여하기 시작하였지만 부모들의 사회경제적 상태별로 치면열구전색 경험률에서 차이가 많이 나타나고 있다<sup>22)</sup>. 또한, 발생한 구강질환에 대해 치료가 필요했으나 치료를 받지 못한 경험률도 10세에서 수불사업지역이 비사업지역보다 높다. 사회경제적 수준(소득수준, 학력)이 낮은 집단에서 본인의 구강건강이 나쁘다고 느꼈으며, 본인 구강건강이 나쁘다고 느끼는 사람들의 치과치료 미수진률이 높았다<sup>20)</sup>. 이런 결과로 보아 구강건강에 관련되는 사회경제적 상태가 수불사업지역에서 비사업지역보다 낮은 상태에 있을 것으로 추론할 수 있었다.

치은출혈 경험률이 수불사업지역과 비사업지역 간에 유의한 차이가 없는 것은 1일이상기횟수가 수불사업지역과 비사업지역 간에 유의한 차이가 없는 것과 관련성이 있다고 검토되었다. 아동기의 치은건강은 이단기 횟수에 많이 좌우되는 데에 연유하는 것을 다시 한 번 더 확인할 수 있었다<sup>23)</sup>.

우식성 간식품 및 우식성 음료 섭취빈도가 수불사업지역에서 비사업지역보다 전체표본에서 많거나 일부 연령에서 많은 경향이 있는 것은 수불사업지역에 거주하는 아동들이 비사업지역에 거주하는 아동들보다 사회경제적으로 치아우식에 보다 불리한 상태에 놓여 있는 것으로 추론되었다. 우식성 간식품 섭취횟수가 많은 아동들에서 치아우식 발생률이 높다는 것은 외국뿐만 아니라 국내에서도 보고되었다<sup>24)</sup>.

치아우식 관련요인이 독립적으로 수불사업지역과 비사업지역 간에 차이가 있는지를 로지스틱 회귀분석으로 분석한 바, 필요한 구강진료 미수진 경험률은 10세에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 높았고( $P=0.003$ ), 1일 1회 이상 우식성 간식품을 먹는 아동은 전체표본과 8세에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 많았으며, 1일 1회 이상 우식성 음료를 먹는 아동은 전체표본에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 많았고, 구강건강 증진행동에서 전문가 불소도포를 경험한 아동은 전체표본과 10세에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 적은 것은 수불사업지역에 거주하는 아동들이 비사업지역에 거주하는 아동들보다 사회경제 문화적으로 치아우식에 보다 취약한 상태에 놓여 있는 것으로 추론되었다.

또한, 치아우식이 발생하였으나, 치료를 받지 못하고 방치되어 있는 것을 나타내는 미충전 우식영구치지수와 우식영구치면지수

가 전체표본에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 높은 것은 수불사업지역 아동들이 사회경제적 상태가 비수불사업지역보다 좋지 못하여 발생한 치아우식 치료를 제대로 받지 못하고 있는 상태로 검토되었다<sup>8)</sup>.

하지만, 우식경험영구치지수(DMFT index)가 수불사업지역에서 비사업지역보다 전체표본과 8세, 10세, 12세 연령 모두에서 낮고, 우식경험영구치면지수(DMFS index)가 전체표본과 10세 및 12세에서 낮고 8세에서도 낮은 경향인 것은 수불사업이 그 지역 아동들이 인구사회경제 문화적으로 치아우식에 불리한 환경에 놓여 있음에도 극복할 수가 있었다는 증거로 해석되었다.

수불사업의 치아우식 예방효과는 국내외에서 이미 많이 보고되고 있다<sup>25-27)</sup>. 한 걸음 더 나아가서 수불사업이 구강건강증진에 불리한 조건에 놓인 불평등을 완화하고 있음이 보고되어 있으며<sup>10,28-30)</sup>, 본 연구를 통해서 다시 한 번 더 확인할 수 있었다.

본 연구에서 연구자원의 제약으로 치아우식에 관련되는 모든 요인을 검토하지 못하였으며, 수불사업지역과 비사업지역의 인구유입과 유출을 연구 분석에서 반영하지 못한 한계가 있었다. 그러나 수불사업이 치아우식 발생에 관련되는 인구사회경제 문화적으로 불리한 여건에 있는 아동들에서 치아우식 발생을 감소하는 효과를 나타내고 있음을 확인할 수 있었으며, 앞으로 수불사업 기간이 좀 더 장기간 지속되는 것과 병행하여 계속적으로 추적연구가 필요하다고 생각되었다.

## 결 론

2008년부터 수돗물불소농도조정사업(이하 ‘수불사업’)을 시작한 거제시와 창원시에서 수불사업지역과 비사업지역 아동을 대상으로 설문으로 구강건강행동과 치과치료 경험 등을 조사하고, 구강검사에서 치아우식경험도를 조사하여 두 지역 아동에서 치아우식 발생에 미친 요인을 분석하였다.

1. 수불사업지역과 비사업지역에서 실제 구강건강 상태는 차이가 없었지만, 본인 인지 구강건강 상태는 비사업지역에서 더 높았다.

2. 수불사업지역과 비사업지역에서 구강건강증진 행동은 비슷한 수준이었지만, 구강건강 저해 행동은 수불사업지역에서 더 높았다.

3. 성별, 지역(거제시, 창원시), 열구전색영구치지수의 차이를 보정한 미충전 우식영구치지수(Untreated DT index)는 12세와 전체표본에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 많았다.

4. 성별, 지역(거제시, 창원시), 열구전색영구치지수의 차이를 보정한 우식경험영구치지수(DMFT index)는 전체표본과 8세, 10세, 12세 모두에서 수불사업지역에서 비사업지역보다 낮았다.

이상의 연구결과로서, 수불사업이 치아우식 발생에 관련되는 요인에서 인구사회경제 문화적으로 불리한 여건에 있는 아동들에서 치아우식 발생을 감소하는 효과를 나타내고 있으므로 구강건강 불평등을 완화할 수 있음을 확인할 수 있었다.



## References

1. Health Insurance Review & Assessment Service. 2016 Statistics of Healthcare expenses: 17. Healthcare service reimbursement by the ranking of multi-frequency occurring diseases according to the list of three-character categories of Korea Standard Classification of Diseases: out-patients. Seoul:Ministry of health & Welfare;2016:59-62.
2. Lee SK, Lee KW, Chang KW. Reasons for extracted permanent teeth in Korean population. *J Korean Acad Oral Health* 2001;25:139-163.
3. Kim JB, Choi EG, Moon HS, Kim JB, Kim DK, Lee HS, et al. Prevention of dental caries. In: Kim JB, Choi EG, Moon HS, Kim JB, Kim DK, Lee HS, et al. *Public health dentistry*. 5th ed. Seoul:Koomonsa;2009:65-105.
4. Ju HJ, Lee HS, Oh HW. Relationship of oral health literacy with oral health behaviors among adults. *J Korean Acad Oral Health* 2015;39:187-195.
5. Harris NO. Introduction to primary preventive dentistry. In: Harris NO, Garcia-Godoy F. *Primary preventive dentistry*, 6th ed. New Jersey:Pearson Education Inc.;2004:1-22.
6. Kim SC, Lee SM, Kim JY, Kim JB. Caries preventive effects of a fissure sealant program in Habchon-gun, Korea. *J Korean Acad Oral Health* 2003;27:471-486.
7. Song GB, Choi YH, Hong SJ, Kim JB. Dental caries prevalence in relation to socioeconomic factors and dental health behaviors among Korean adults. *J Korean Acad Oral Health* 2003;27:319-328.
8. Kim HY. Evaluation of effects of health behaviors and dental service use on the association between socioeconomic status and unmet dental treatment needs. *J Korean Acad Oral Health* 2006;30:85-94.
9. Jung SH, Tsakos G, Sheiham A, Ryu JI, Watt RG. Socio-economic status and oral health-related behaviours in Korean adolescents. *Soc Sci Med* 2010;70:1780-1788.
10. Boyce W, Torsheim T, Currie C, Zambon A. The family affluence scale as a measure of national wealth: validation of an adolescent self-report measure. *Social Indicators Research* 2006;78:473-487.
11. Kim HN, Kim JH, Kim SY, Kim JB. Associations of Community Water Fluoridation with Caries Prevalence and Oral Health Inequality in Children. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14:631.
12. Park YG, Kim BJ, Han DH, Bae KH, Lee KH, Kim JB. Evaluation of caries prevention effect from pit and fissure sealant program added by community water fluoridation program in Habchon-Up, Habcheon-Gun, Korea. *J Korean Acad Oral Health* 2008;32:517-527.
13. Cho MS, Han KT, Park S, Moon KT, Park EC. The differences in healthcare utilization for dental caries based on the implementation of water fluoridation in South Korea. *BMC Oral Health*. 2016;16:119.
14. Geoje-si Office of Ecology. Information for water quality. [cited 2015 March 08]. Available from: <http://ec.geoje.go.kr/index.geoje>.
15. Ministry of Health and Welfare. 2016 Guide for comprehensive health promotion program (Oral health). Current status of water fluoridation program. Seoul:Ministry of Health and Welfare 2015:79.
16. Geoje-si. Statistics of Geoje-si. [cited 2015 March 8]. Available from: <http://stat.geoje.go.kr/index.geoje>.
17. Changwon-si Potal. Water works. [cited 2015 Mar 08]. Available from: <https://www.changwon.go.kr/depart/contents.do?mId=1001070100>
18. Statistical Information System of Changwon-si. Resident registration demographics on September 2015. [cited 2015 Sep 8], Available from: <http://stat.changwon.go.kr>.
19. Gyeongsangnamdo Office of Education. 2014 Annual educational statistics. Tables of school status [cited 2015 March 08]. Available from: <http://stats.gne.go.kr>.
20. Bo-Mi Shin, Se-Hwan Jung. Socio-economic inequalities in the self-rated oral health status of South Koreans. *J Korean Acad Oral Health* 2012;36:219-227.
21. World Health Organization. *Oral Health Surveys*. 4th ed. Geneva:World Health Organization;1997:21-52.
22. Choi JS, Park DY, Jung SH. The relationship between pit and fissure sealant (PFS) experience and the socio-economic factors of adolescents before and after coverage by National Health Insurance (NHI). *J Korean Acad Oral Health* 2017;41:116-121.
23. Yaacob M, Worthington HV, Deacon SA, Deery C, Walmsley AD, Robinson PG, et al. Powered versus manual toothbrushing for oral health. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;17(6):CD002281.
24. Choi YS, Lee JS, Rhyu YJ. Comparative study aspects of oral health between rural and urban children with special reference dental caries. *J Korean Soc School Health* 1992;5:101-110.
25. Clarkson J, McLoughlin J, O'Hickey S. Water fluoridation in Ireland: a success story. *J Dent Res* 2003;82:334-337.
26. Do L, Ha D, Peres MA, Skinner J, Byun R, Spencer AJ. Effectiveness of water fluoridation in the prevention of dental caries across adult age groups. *Community Dent Oral Epidemiol* 2017;45:225-232.
27. Kim JB, Paik DI, Moon HS, Song Yeon H, Park DY, Jung SH. Effect of water fluoridation on dental caries prevention in 11-year-old Korean children. *Korean Acad Oral Health* 1997;21:583-592.
28. Lee HS, Chang KW, Kim JB, Kim DK, Kim KS, Park DY. The effectiveness of community water fluoridation. Seoul:Korea Health Promotion Foundation 2011:100-104.
29. Do LG, Ha DH, Spencer AJ. Factors attributable for the prevalence of dental caries in Queensland children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2015;43:397-405.
30. Cho HJ, Lee HS, Paik DI, Bae KH. Association of dental caries with socioeconomic status in relation to different water fluoridation levels. *Community Dent Oral Epidemiol* 2014;42:536-542.