

## 울산광역시 수돗물불소농도조정사업의 치아우식예방 효과평가

김민지 · 안세호<sup>1</sup> · 한동헌<sup>2</sup> · 김한나<sup>1</sup> · 전은주<sup>1</sup> · 정승화<sup>1</sup> · 김진범<sup>1</sup>

동서대학교 치위생학과 · <sup>1</sup>부산대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실 · <sup>2</sup>서울대학교 치의학대학원 예방치과학교실

## Evaluation of community water fluoridation program on dental caries prevention in Ulsan

Min-Ji Kim · Se-Ho An<sup>1</sup> · Dong-Hun Han<sup>2</sup> · Han-Na Kim<sup>1</sup> · Eun-Joo Jun<sup>1</sup> · Seung-Hwa Jeong<sup>1</sup> · Jin-Bom Kim<sup>1</sup>

Department of Dental Hygiene, Division of Health Sciences, Dongseo University · <sup>1</sup>Department of Preventive & Community Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University · <sup>2</sup>Department of Preventive & Social Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University

\*Corresponding Author: Jin-Bom Kim, Department of Preventive and Community Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University  
49 Busandaehak-ro, Mulgeum-eup, Yangsan City, Gyeongsangnam-do, 626-815, Korea, Tel : +82-51-510-8223, Fax : +82-51-510-8221  
Email : jbomkim@pusan.ac.kr

Received: 20 November 2014; Revised: 28 March 2015; Accepted: 6 April 2015

### ABSTRACT

**Objectives:** The aim of this study was to investigate the effect of water fluoridation program(WFP) on dental caries prevention in Ulsan, Korea.

**Methods:** The data of control group were extracted from 2012 Korean National Oral Health Survey(KNOHS). Since 1998, WFP was implemented in Ulsan. The subjects were 670 subjects including 10 to 12-years old children in 2009. The control subjects were 4,871 people in non-fluoridated metropolitan cities comparable to Ulsan. The control subjects were selected from 2012 KNOHS. A self-reported questionnaire was completed by the variables including oral health behaviors on daily frequency of toothbrushing, eating snacks and beverages. Oral health examination was carried out by two dentists who received a training in KNOHS with an inter-examiner-agreement. Caries preventive fraction was calculated by the difference of DMFT and DMFS index. The preventive effects of the WFP program were focused on gender, number of fissure sealed teeth, daily frequency of toothbrushing, eating snacks and beverages. Data were analyzed using SPSS 19.0®(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) statistical package.

**Results:** DMFT indices of 12-year-old subjects(n=670) in WFP and control population(n=4,871) were 2.11 and 1.23, respectively with an estimated prevention effect of 41.7%.

**Conclusions:** WFP in Ulsan reduced the prevalence of dental caries. WFP should be recommended for the public oral health program in other metropolitan cities.

**Key Words:** dental caries, fluoride, preventive fraction, water fluoridation

**색인:** 불소, 수돗물불소농도조정사업, 예방사업, 치아우식

### 서론

Copyright©2015 by Journal of Korean Society of Dental Hygiene  
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in medium, provided the original work is properly cited.

구강보건정책목표에 따른 체계적 기획과 평가에 기반을 두고 구강보건행정을 시행함에 따라, 구강보건예산은 HP 2010이 처음 공표된 2002년에는 75억원에 불과하였으나, 이후 지속적으로 증가하여 2009년에는 230억원으로 3배 이

상 늘어났다<sup>1)</sup>.

그러나, 구강보건사업예산이 증가되었음에도 불구하고, 대표적 구강질환인 치아우식증 유병수준의 경우, 12세 아동에서 영구치우식경험자율(DMF rate)은 60.5%, 우식경험영구치지수는 2.1개<sup>2)</sup>로서 OECD 국가들과 비교하였을 때 여전히 높은 수준을 보이고 있다. 과거부터, 대부분의 선진국에서는 공중구강보건사업을 통하여 치아상실의 주된 원인인 치아우식증이 크게 감소하고 있다고 보고되었기 때문에<sup>3-5)</sup>, 우리나라 국민들의 구강건강수준을 OECD 국가 이상의 수준으로 높이고, 구강질환으로 인한 사회적 비용의 지출을 줄이며, 국민들의 삶의 질을 증진하기 위해서는 보다 적극적으로 구강보건사업을 전개할 필요가 있다.

근래에 와서 치아우식증 예방을 위한 효과적인 수단으로 불소와 치면열구전색의 활용에 중점을 두고 있다<sup>6-8)</sup>. 불소활용법 중에서는 비용 효과적으로 우식예방효과가 가장 큰 수돗물불소농도조정사업(이후 ‘수불사업’)을 우선적으로 고려할 수 있다<sup>3)</sup>.

수불사업은 1945년 미국의 그랜드 래피즈, 뉴유버그 및 캐나다의 브랜트포트에서 처음으로 시작되었다<sup>9, 10)</sup>. 미국에서는 수돗물 급수인구의 69.2%인 1억8천4백만명에게 적절한 농도로 불소가 함유된 수돗물이 공급되고 있으며<sup>11)</sup>, 여러 나라에서 수불사업으로 치아우식증이 크게 감소하였다<sup>12-15)</sup>. 수불사업은 세계보건기구의 권고로 우리나라에서는 1981년 경상남도 진해시와 1982년 충북 청주에서 시범적으로 실시되었고, 1994년 11월에 경기도 과천시에서 수불사업이 실시되어 확대되기 시작하여, 2000년 무렵에는 전국 30여개 도시로 확대되었다<sup>6)</sup>.

Song 등<sup>17)</sup>은 수불사업 지역 학부모 중에서 65.5%가 치아우식예방효과가 있다는 사실을 인식하고 있다고 보고하였고, Kim 등<sup>18)</sup>은 수불지역인 청주시와 비수불지역인 성남시에 거주하는 아동을 대상으로 연령별 우식경험유치지수와 우식경험영구치지수를 산출하여, 수불사업이 치아우식예방효과가 있음을 확인하였다. 그 이후, Park<sup>19)</sup>은 수불지역인 경기도 연천군과 미실시지역인 동두천시 아동을 비교 조사하여 우식경험영구치지수가 연천군 아동에서 2.45개이었고 동두천시에서는 4.13개로서 통계적으로 유의한 차이를 확인하였고, Shin 등<sup>20)</sup>은 2003년부터 수불사업을 실시하고 있는 제주시 서부지역의 수불사업의 영구치우식예방률이 47.7%로 추정된다고 보고하였다. 최근, Kim 등<sup>21)</sup>은 진주시 수불사업의 11년간 비용편익 분석을 통해 1998년부터 시행된 수불사업이 경제성 평가에서 우수한 결과가 있음을 제시하였다.

울산광역시의 2009년 인구는 1,130,000명이며<sup>22)</sup>, 수돗물 급수지역 인구는 1,090,000명으로서 1986년부터 가동한 회야정수장과 2002년부터 가동한 천상정수장에서 절반 정도씩 공급하고 있다<sup>23)</sup>. 울산광역시의 수불사업은 철저한 시민자치에 의거하여 개발되었다<sup>24)</sup>. 그 중 회야정수장에서는

1998년부터 치아우식증예방에 적합한 정도로 불소농도를 조정하여 공급하고 있지만, 천상정수장 급수지역에서는 아직도 불소농도가 치아우식예방에 필요한 정도로 조정된 수돗물이 공급되지 못하여서 2009년 수불사업 대상은 60만명에 그치고 있다. 2002년 울산광역시 자체적으로 천상정수장에서 수불사업 실시에 관해 급수지역 주민들에게 주민설문조사 결과, 72.3%가 찬성한 바가 있다. 그렇지만, 사업 관련부서들의 의지가 부족하여 아직까지 천상정수장에서는 수불사업이 실시되지 못하고 있어 앞으로의 과제로 남아 있다. 울산광역시 중 수불사업을 하고 있는 회야정수장에서 생산한 수돗물이 주로 공급되는 지역은 울산광역시 남구와 동구이며, 다른 지역은 수불사업이 실시되지 않고 있는 천상정수장에서 생산하는 수돗물만 공급되거나 회야정수장 수돗물과 교차 공급되고 있다<sup>25)</sup>.

회야정수장에서 수불사업을 시작하지 6년이 지난 2005년 보건복지부 구강보건사업지원단에서 수불사업으로 얻어진 유치예방효과를 평가한 결과, 사업을 하지 않는 부산광역시와 비교하면 3, 4, 5세에서 각각 43.5%, 36.2%, 34.0%의 우식증이 예방되었다고 보고된 바가 있다<sup>24)</sup>.

그럼에도 불구하고, 전국 수불사업 수행 정수장의 수는 2000년 37개소<sup>26)</sup>에서 2010년 25개소<sup>27)</sup>로 감소하였으며, 수혜인구도 총 인구대비 2000년 12.7%(26)에서 2010년 6.1%로 감소하는 추세이다<sup>27)</sup>.

수불사업의 치아우식예방효과 평가에 대한 기존의 연구는 시행 기간 동안의 추적조사<sup>18)</sup> 또는 인근 비수불 지역을 대조군<sup>20)</sup>으로 하여 분석하였고, 우식발생에 관한 전국 자료와 수불사업의 효과를 비교하거나, 구강보건행동 등을 보정하고 분석한 연구들은 드물다. 이에 본 연구는 울산광역시의 수불지역의 우식예방효과를 전국 비수불 대도시와 비교하여 수불사업의 치아우식예방 효과를 평가하고, 구강보건사업의 확대발전을 위한 근거자료로 활용하고자 기획되었다.

## 연구방법

### 1. 사업군 표본선정

사업군 구강검사대상자는 울산광역시 남구보건소의 협력을 얻어 불소농도가 적정수준으로 조정된 수돗물이 공급되는 울산광역시 남구 초등학교와 중학교 아동을 대상으로, 치아우식증 발생에 영향을 미치는 사회경제적 요인을 고려하여 선정하였다. 초등학교와 중학교 아동들 중에서 구강보건행동에 있어서 자기가 관리 가능하고 대조군과 연령이 같은 10세 328명과 12세 342명의 아동을 대상으로 선정하였다.

이 연구는 부산대학교병원 의학연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB 05-2012-093)의 심사와 승인 후 취득하였

Table 1. Demographic characteristics of subjects

Variables	Contents	Ulsan	Control*	p-value <sup>†</sup>
Gender	Male	350	2,552	0.967
	Female	320	2,319	
10-year olds	Male	177	1176	0.376
	Female	151	1115	
12-year olds	Male	173	1376	0.356
	Female	169	1204	
Age	Total	670	4871	0.967
	10	328	2,291	
	12	342	2,580	

\*subjects living in non-fluoridated metropolis.

<sup>†</sup>by chi-square test

고 참여한 어린이들은 연구목적에 대한 설명을 들은 후 참여의사를 표명하였고 학생의 보호자는 학생을 통하여 서면으로 제공된 연구에 대한 정보를 이해한 후 동의서에 서명하였다.

## 2. 대조군 표본선정

2010년 국민구강건강실태조사 지역 중 대도시에서 울산광역시를 제외한 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전을 대조지역으로 선정하고, 6개 대도시의 10세 2,291명과 12세 2,580명의 구강검진 자료를 본 연구의 대조군 자료로 활용하였다<sup>2)</sup>(Table 1>.

## 3. 연구방법

2006년 보건복지부에서 시행한 국민구강건강실태조사를 위한 조사자 일치도 훈련에 참여한 치과 의사 2인이 2009년 5-9월에 WHO가 제시한 검사기준에 따라 영구치우식상태를 검사하였다<sup>28)</sup>. 구강검사에는 기록요원이 동행하여 검사자가 구술하는 검사결과를 기록하였고, 편성요원은 담임교사와의 협조 및 검사과정의 질서유지 등의 실무를 담당하는 한편, 각 아동에게 잇솔질 횟수, 우식성 간식 섭취횟수, 우식성 음료 섭취횟수에 관하여 설문조사를 실시하였다.

## 4. 자료처리 분석

SPSS 19.0®(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 사업군과 대조군의 대상자와 구강보건행동에 대한 빈도 분석을 실시하였고, 구강검사 결과를 각기 구분하여 입력한 후, 우식경험영구치지수, 우식경험영구치면지수 등의 구강건강지표를 산출한 다음, 사업군과 대조군의 우식경험영구치지수 및 우식경험영구치면지수의 집단별 차이는 빈도 분석하였으며, 1인평균 치면열구전색치수와 1인평균 치면열구

전색치면수 및 구강보건행동을 보정한 후 추정된 우식경험영구치지수와 우식경험영구치면지수의 차이로서 수불사업의 영구치 우식예방효과를 분석하였다. 우식예방률은 대조군과 사업군의 우식경험도 차이를 대조군의 우식경험도로 나눈 후 100을 곱하여 백분율로 산출하였다. 유의성 여부는  $p < 0.05$ 으로 판정하였다.

## 연구결과

### 1. 구강보건행동

구강보건행동 중 1일 잇솔질 횟수는 사업군에서 대조군보다 전체적으로나 10세, 12세 연령별로나 모두 3회 이상이 적었다( $p < 0.001$ ).

우식성 간식 섭취횟수는 사업군에서 대조군보다 전체적으로나 10세, 12세 연령별로나 하루에 두 번 이상 섭취가 적었다( $p < 0.001$ ). 우식성 음료 섭취횟수는 대조군에서 사업군보다 전체적으로나 10세, 12세 연령별로나 먹지 않음과 두 번 이상이 적었다( $p < 0.001$ )(Table 2>.

### 2. 치아건강상태

우식경험영구치지수는 10세와 12세 전체에서 사업군 0.88개, 대조군 1.66개이었고, 10세에서 사업군 0.57개, 대조군 1.23개, 12세에서 사업군 1.17개, 대조군 2.05개로서 전체적으로나 10세, 12세 연령별로나 모두 사업군에서 대조군보다 적었다( $p < 0.001$ )(Table 3>.

우식경험영구치면지수는 10세와 12세 전체에서 사업군 1.31면, 대조군 2.65면이었고, 10세에서 사업군 0.85면, 대조군 2.00면, 12세에서 사업군 1.74면, 대조군 3.23면으

Table 2. Oral health behaviors of subjects in Ulsan and control

Variables	Daily frequency	Ulsan		Control*		p-value <sup>†</sup>
		N	%	N	%	
Toothbrushing						
Total	≤ twice	407	60.7	2,190	45.0	<0.001
	≥ 3 times	263	39.3	2,677	55.0	
10-year olds	≤ twice	169	51.5	962	42.0	0.001
	≥ 3 times	159	48.5	1,328	58.0	
12-year olds	≤ twice	238	69.6	1,228	47.7	<0.001
	≥ 3 times	104	30.4	1,349	52.3	
Eating snacks						
Total	No	97	15.3	584	12.5	<0.001
	≤ once	503	79.1	1,776	38.1	
	≥ twice	36	5.7	2,297	49.3	
10-year olds	No	53	17.2	327	14.9	<0.001
	≤ once	238	77.0	905	41.4	
	≥ twice	18	5.8	956	43.7	
12-year olds	No	44	13.5	257	10.4	<0.001
	≤ once	265	81.0	871	35.3	
	≥ twice	18	5.5	1341	54.3	
Eating beverages						
Total	No	113	18.0	1,944	41.1	<0.001
	≤ once	485	77.1	1,820	38.5	
	≥ twice	31	4.9	964	20.4	
10-year olds	No	67	22.2	959	43.4	<0.001
	≤ once	219	72.5	841	38.1	
	≥ twice	16	5.3	410	18.6	
12-year olds	No	46	14.1	985	39.7	<0.001
	≤ once	266	81.3	979	38.9	
	≥ twice	15	4.6	554	22.0	

\*Subjects living in non-fluoridated metropolis

<sup>†</sup>by chi-square test

Table 3. Number of decayed, missing, filled teeth of subjects in Ulsan and control

Age	Ulsan		Control*		p-value <sup>†</sup>
	DMFT	SD	DMFT	SD	
Total	0.88	1.55	1.66	2.17	<0.001
10	0.57	1.29	1.23	1.61	<0.001
12	1.17	1.72	2.05	2.50	<0.001

\*Subjects living in non-fluoridated metropolis

<sup>†</sup>by independent samples t-test

Table 4. Number of decayed, missing, filled tooth surfaces of subjects in Ulsan and control

Age	Ulsan		Control*		p-value <sup>†</sup>
	DMFS	SD	DMFS	SD	
Total	1.31	2.64	2.65	3.74	<0.001
10	0.85	2.23	2.00	2.90	<0.001
12	1.74	2.93	3.23	4.27	<0.001

\*Subjects living in non-fluoridated metropolis

<sup>†</sup>by independent samples t-test

로 전체적으로나 10세, 12세 연령별로나 모두 사업군에서 대조군보다 적었다( $p < 0.001$ )<Table 4>.

1인평균 치면열구전색치아수와 치면열구전색치면수는 10세, 12세 전체적으로나 10세와 12세 연령별로 모두 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ )<Table 5>.

### 3. 우식예방률

#### 3.1. 우식경험영구치지수 차이로 산출한 우식예방률

일반선형모형을 이용하여 성별, 치면열구전색치수 및 구강보건행동을 보정한 후 추정된 우식경험영구치지수의 차이로 수불사업의 영구치 우식예방효과를 분석한 결과, 10세, 12세 전체에서 영구치우식예방률은 53.0%, 10세에서 67.8%, 12세에서 45.0%로 추정되었다<Table 6>.

일반선형모형을 이용하여 성별, 치면열구전색치수 및 구강보건행동을 보정한 후 추정된 우식경험영구치치면지수의 차이로 수불사업의 영구치 우식예방효과를 분석한 결과, 10세, 12세 전체에서 영구치우식예방률은 56.3%, 10세에서 72.9%, 12세에서 48.5%이었다<Table 7>.

### 총괄 및 고안

수불사업은 그 효과와 안전성, 경제성에 있어서 이미 여러 선진국에서 오랫동안 검증을 받아왔고, 극히 미약한 농도의 불소 첨가는 인체에 전혀 부작용이 없고 환경에도 영향을 미치지 않는다는 것이 인정되었다<sup>29)</sup>. 수불사업의 탁월한 우식예방효과로서<sup>30, 31)</sup> 미국질병관리센터(CDC)에서는

Table 5. Number of pit and fissure sealed teeth and surfaces of subjects in Ulsan and control

Sealants	Age	Ulsan		Control*		p-value†
		Mean	SD	Mean	SD	
Tooth	Total	1.66	1.98	1.53	2.27	0.105
	10	1.52	1.81	1.47	1.98	0.682
	12	1.80	2.12	1.58	2.51	0.075
Surfaces	Total	2.16	2.63	2.12	3.12	0.748
	10	2.08	2.61	2.12	2.88	0.788
	12	2.23	2.65	2.12	3.32	0.485

\*Subjects living in non-fluoridated metropolis

†by independent samples t-test

Table 6. Estimated mean of DMFT index † of subjects in Ulsan and control group

Age	Ulsan	Control*	p-value‡	CPF(%)§
	Mean(95% CI)	Mean(95% CI)		
Total	0.82(0.44 to 1.20)	1.65(1.55 to 1.76)	<0.001	50.3
10	0.39(0.07 to 0.70)	1.20(1.09 to 1.32)	<0.001	67.5
12	1.23(0.67 to 1.78)	2.11(1.93 to 2.28)	0.003	41.7

\*Subjects who had lived in non-fluoridated metropolis

†mean number of decayed, missing and filled teeth on permanent dentition adjusted for gender, number of fissure sealed teeth, daily frequency of toothbrushing, eating snacks and beverages

‡by general linear model

§Caries Preventive Fraction (%) = (control-Ulsan)/control\*100

Table 7. Estimated mean of DMFS index † between Ulsan and control group

Age	Ulsan	Control*	p-value‡	CPF(%)§
	Mean(95% CI)	Mean(95% CI)		
Total	1.21(0.55 to 1.87)	2.62(2.45 to 2.80)	<0.001	53.8
10	0.54(-0.04 to 1.12)	1.98(1.78 to 2.19)	<0.001	72.7
12	1.81(0.87 to 2.75)	3.30(3.00 to 3.59)	0.003	45.2

\*Subjects who had lived in non-fluoridated metropolis

†mean number of decayed, missing and filled surfaces on permanent dentition adjusted for gender, number of fissure sealed surfaces, daily frequency of toothbrushing, eating snacks and beverages

‡by general linear model

§Caries Preventive Fraction (%) = [(control-Ulsan)/control]\*100

수불사업을 통한 충치예방사업을 20세기 공중보건분야 10대 업적으로 꼽고 있을 정도이다<sup>32)</sup>.

한편, Kim 등<sup>18,33,34)</sup>은 청주시 수불사업의 치아우식증 예방효과를 평가하기 위해 비수불지역인 성남시에 거주하는 아동을 대상으로 연령별 우식경험영구치지수의 증가치를 산출하여, 수불사업이 치아우식예방효과가 있음을 확인하였고, Lee 등<sup>35)</sup>은 수불지역인 진해시와 비수불지역인 순천시의 초등학교 아동의 구강보건실태를 조사한 결과 영구치우식경험율은 대조군 지역에서 66.01%, 사업지역에서는 49.94%로 조사되었다고 보고하였다. Chin 등<sup>24)</sup>은 울산광역시에서 실시하고 있는 수불사업은 아동들의 치아우식증 예방에 대단히 효과적이라고 평가되었으며, 주민들의 지지를 받고 있으므로 부산광역시 등의 대도시에서도 시행할 필요가 있다고 하였다.

기존의 수불사업의 치아우식예방효과 평가에 대한 연구는 시행 기간 동안의 추적조사 또는 인근 비수불 지역을 대조군으로 하여 분석하였고, 전국 데이터와 수불사업 효과를 비교하거나, 행동 등을 보정하고 분석한 연구들은 드물다.

이에 본 연구는 울산광역시 중 수불지역과 2010년 국민 구강건강실태조사 대도시 지역 중 비수불지역인 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전광역시의 우식경험영구치지수와 우식경험영구치면지수로 우식예방률을 분석하였다.

실험군과 대조군이 같은 방법의 표본추출이 아니라, 비교하기 어렵다고 볼 수도 있으나, 동일한 설문조사 항목이나, 동일한 방법으로 구강검진을 하였기에, 이전 연구들보다 타당한 결과가 도출가능하리라 생각되어진다.

Chin 등<sup>24)</sup>의 울산광역시 중 수불지역과 비수불지역인 부산광역시의 유치우식증 예방효과평가에서 유치면우식예방률은 38.8-58.4%이었으며, 울산광역시에서 실시하고 있는 수불사업은 아동들의 치아우식증 예방에 대단히 효과적이라고 평가하였다. Shin 등<sup>20)</sup>은 수불지역과 비수불지역의 우식경험영구치지수의 차이를 비수불지역의 우식경험영구치지수로 나누어 영구치우식예방률을 산출할 경우 6-11세에서 26.2%로 추산하였다.

본 연구에서, 울산광역시에서 시행한 수불사업의 우식예방효과를 산출하기 위하여, 성별, 1인평균 치면열구전색치수 및 구강보건행동을 보정한 후 우식경험영구치지수를 산출하고 대조군과 사업군 간의 우식경험영구치지수 차이로 추정된 영구치우식예방률은 12세에서 41.7%이었고, 성별, 1인평균 치면열구전색치수 및 구강보건행동을 보정한 후 산출된 우식경험영구치면지수의 차이로 추정된 영구치우식예방률은 12세에서 45.2%이었다. 본 연구에서 추정된 영구치우식예방률은 기존 국내 연구들에 비해 우식예방률이 비슷하거나 조금 높게 나타났다<sup>17-20)</sup>.

최근에는 수불사업이 치아우식 예방효과가 복용효과 뿐만 아니라, 도포효과도 크다는 사실이 밝혀짐에 따라 성인과 노인의 치아우식증 예방을 위한 목적으로도 적극 권장되

게 되었다<sup>36)</sup>. 치과위생사를 대상으로 한 Oh 등<sup>37)</sup>의 연구에서 ‘대학에서 배운 수불사업에 대한 내용으로, 수불사업의 이해와 홍보를 하기에 충분한가’ 라는 질문에 충분하다는 응답이 17.4%로서 자신의 수불사업지식을 비교적 낮게 평가하고 있다. 따라서, 현재의 치위생(학)과 교육과정에서 수불사업에 대한 교육을 좀 더 강화하여야 하며, 보수교육이나 인터넷 강좌 등을 이용하여 치과위생사에 대한 수불사업 교육이 절실하게 필요할 것으로 사료된다.

수불사업시행에 대한 경제성 평가는 수불사업의 효과에 대한 잘 설계된 역학연구 등이 있어야 이를 바탕으로 경제성 평가를 수행할 수 있다. Davis<sup>38)</sup>와 Spencer<sup>39)</sup>는 우식예방사업 중에서 수불사업이 비교적 적은 비용으로 큰 예방효과를 기대할 수 있는 사업으로 검토한 바 있다. 우리나라에서도 국민의 구강건강 향상을 위해 정부의 지원과 지방자치단체 주도로 치면열구전색사업과 수불사업이 시행되어 왔으며, 진주시는 그 중 모범적으로 치아우식증 예방사업을 진행한 곳 중 하나이다. Kim 등<sup>21)</sup>은 진주시 수불사업의 11년간 비용편익 분석을 통해 1998년부터 시행된 수불사업이 경제성 평가에서 우수한 결과가 있음을 제시하였다. 또한 Lee<sup>40)</sup> 등과 Lee<sup>41)</sup> 등의 연구에서 수불사업에 관한 의식을 조사한 결과 수불사업을 인지하지 못하는 시민들에서 수불사업 찬성률이 상대적으로 낮으므로, 수불사업의 치아우식증 예방효과와 안전성에 대해 좀 더 적극적으로 시민들에게 교육할 필요가 있다고 하였고, 사업계획 수립 전에 사전 여론조사를 통해 지역주민의 의견수렴이 중요하다는 사실이 확인하였다.

그러나 아직도 우리나라 총인구 중 소수에게만 불소농도가 조정된 수돗물이 공급될 뿐이다. 특히 많은 인구를 수용하고 있는 특별시와 광역시에 수불사업이 실시되지 않음으로 인해 시민의 구강병 예방사업에 큰 지장을 주고 있을 뿐만 아니라, 전국적인 확대 실시에도 결정적인 저해요인이 되고 있다.

본 연구에서는 연구자원의 제약으로 말미암아 수불지역 주민 중에서 엄격한 확률비례추출에 근거하여 연구대상자 선정을 하지 못하고, 치아우식증 발생에 영향을 주는 인구사회경제학적 요인에 대하여 관찰 보건소와 협의하여 10세와 12세 아동을 표본으로 선정하였다. 따라서, 수불사업 지역주민들의 전체적인 검사와는 다소 차이가 있을 가능성이 있다고 생각되었다. 하지만, 여러 가지 연구의 제한점에도 불구하고, 수불지역과 비수불지역의 표본에서 성별분포, 치면열구전색 상태, 구강보건행동 등을 보정하여 영구치우식예방률을 분석한 본 연구 결과는 수불사업에 대한 지지를 획득하는 방안 개발에 공헌을 할 수 있다고 검토되었다.

본 연구결과, 치아우식증을 예방하기 위해서는 개별적인 노력만으로 한계가 있으므로 수불사업에 관한 시민들의 인식을 좀 더 정확히 조사하는 방법을 개발하여 계속적으로 연구함으로써 사업에 대한 지지를 높이는 방안을 계속 개발

할 필요가 있으며, 올바른 구강보건교육과 불소이용에 대한 교육이 시급하다고 판단되었다.

## 결론

본 연구는 울산광역시의 수불지역에서 10세와 12세 아동들의 치아우식경험과 치면열구전색 상태 및 구강보건행동 상태를 조사하고 2010년 국민구강건강실태조사 지역 중 비수불사업 대도시 즉, 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전의 10세, 12세 아동들의 치아우식경험과 치면열구전색 상태 및 구강보건행동 자료와 비교하였다. 또한 사업군과 대조군 간 성별분포, 치면열구전색 상태 및 구강보건행동을 보정한 후 산출된 우식경험연구치면지수와 우식경험연구치면지수의 차이로 추정된 영구치우식예방률을 추정하였다. 본 연구에서 얻어진 주요한 연구결과는 다음과 같다.

1. 12세에서 보정된 우식경험연구치면지수는 대조군에서 2.11개, 사업군에서 1.23개이었다.
2. 12세에서 보정된 우식경험연구치면지수는 대조군에서 3.30면, 사업군에서 1.81면이었다.
3. 12세에서 대조군과 사업군 간에 우식경험연구치면지수의 차이로 추정된 수불사업의 영구치우식예방률은 41.7%이었다.
4. 12세에서 대조군과 사업군 간에 우식경험연구치면지수의 차이로 추정된 수불사업의 영구치우식예방률은 45.2%이었다.

울산광역시의 수불사업은 대조군인 비수불 대도시들과 비교한 결과 치아우식예방효과가 우수하므로 확대 시행함이 요망된다.

## References

1. Ministry of Health & Welfare. information, Health plan 2020[Internet]. [cited 2012 Nov 1]. Available from: [http://www.mw.go.kr/front\\_new/sch/index.jsp](http://www.mw.go.kr/front_new/sch/index.jsp).
2. Ministry of Health & Welfare. 2010 Korean national oral health survey: III. summary. Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2010: 187-281.
3. World Health Organization. Prevention methods and programmes for oral diseases: report of a WHO expert committee. Geneva: World Health Organization; 1984: 6-9, 12-20.
4. Marthaler TM, O'Mullane DM, Vrbic V. The prevalence of dental caries in Europe 1990-1995. *Caries Res* 1996; 30:

- 237-55. <http://dx.doi.org/10.1159/000262332>.
5. Poulsen S. Dental caries in Danish children and adolescents 1988-94. *Community Dent Oral Epidemiol* 1996; 24: 282-5.
6. Kim JB, Kim SG, Lee YS, Son KJ, Jeon JG, Chang KW. Characteristics and anatomical surface of sealant with tooth type in children at Chonju city, Korea. *J Korean Acad Oral Health* 2005; 29: 33-42.
7. Garcia-Godoy F, Harris NO, Helm DM. Pit and fissure sealants. In: Harris NO, Garcia-Godoy F. *Primary preventive dentistry*. 6th ed. Upper Saddle River: Appleton & Lange; 2004: 285-318.
8. Moon HS, Jung JY, Horowitz AM, Ma DS, Paik DI. Korean dental hygienists' knowledge and opinions about etiology and prevention of dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998; 26: 296-302. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0528.1998.tb01964.x>.
9. Crawford PR. Fifty years of fluoridation. *J Can Dent Assoc* 1995; 61: 585-8.
10. Kargul B, Caglar E, Tanboga I. History of water fluoridation. *J Clin Pediatr Dent* 2003; 27: 213-8.
11. National center for chronic disease prevention and health promotion. fluoridation status[Internet]. [cited 2012 Mar 7]. Available from: <http://apps.nccd.cdc.gov/nohss/FluoridationV.asp>.
12. Ast DB, Fitzgerald B. Effectiveness of water fluoridation. *J Am Dent Assoc* 1962; 65: 581-8.
13. Davis GN. Cost and benefit in fluoride in the prevention of dental caries. Geneva: World Health Organization; 1974: 2-17.
14. Ludwig TG. Hastings fluoridation project; IV. Dental effects between 1954 and 1970. *New Zealand Dent J* 1971; 67: 155-60.
15. Spencer AJ. Contribution of fluoride vehicles to change in caries severity in Australian adolescents. *Community Dent Oral Epidemiol* 1986; 14: 238-41. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0528.1986.tb01062.x>.
16. Kim JB. Current status of Korean water fluoridation program and development tend of water fluoridation program in Japan. *Monthly Dental Res* 2000; 48: 21-7.
17. Song YH, Moon HS, Paik DI, Kim JB. A prospective study on the effect of water fluoridation in the Republic of Korea. *J Korean Acad Dent Health* 1992; 16: 452-74.
18. Kim JB, Paik DI, Moon HS, Song YH, Park DY. A study on the effect of water fluoridation in the Chungju city. *J Korean Acad Dent Health* 1992; 16: 505-21.
19. Park YD. Comparisons of the fluoride concentration in tap water and dental caries between 12 year-old living children

- in Dongducheon City and Yeoncheon County. *J Korean Acad Dent Health* 2006; 30: 400-10.
20. Shin HJ, Yang DK, Han DH, Lee SM, Bae KH, Kim JB. The effect of 5-year community water fluoridation program on dental caries prevention of permanent teeth in the western area of Jeju, Korea. *J Korean Acad Dent Health* 2008; 32: 504-16.
  21. Kim MK, Jung JI, Kim MJ, Jun EJ, Kim HN, Kim SY, et al. Cost-benefit analysis of a water fluoridation program for 11 years in Jinju, Korea. *J Korean Acad Oral Health* 2014; 38: 118-28. <http://dx.doi.org/10.11149/jkaoh.2014.38.2.118>.
  22. Ulsan Metropolitan City. Statistics[Internet]. [cited 2009 Oct 19]. Available from: [http://www.ulsan.go.kr/executive/page/statistics\\_2013.jsp](http://www.ulsan.go.kr/executive/page/statistics_2013.jsp).
  23. Ulsan Metropolitan City. 2010 Environment white paper. Ulsan: Ulsan Metropolitan City; 2010: 363-77.
  24. Chin IJ, Kim DH, Lee SM, Lee SW, Bae KH, Kim JB. Caries preventive effect on primary teeth by community water fluoridation program in metropolitan city. *J Korean Acad Dent Health* 2007; 31: 224-34. <http://dx.doi.org/10.11149/jkaoh.2012.36.4.289>.
  25. Kim JB, Han DH, Kim BJ, Kim DH, Cho HJ, Kang SH, et al. Report of the survey on oral health status of Nam-gu, Ulsan Metropolitan City. Yangsan: Pusan National University; 2009: 1-4.
  26. Ministry of Health & Welfare. Workshop for water fluoridation program in 2000. Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2000: 6-12.
  27. Ministry of Health & Welfare. 2011 Guideline for water fluoridation program, Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2009: 73.
  28. World Health Organization. Oral health survey: basic methods. 4th ed. Geneva: World Health Organization; 1997: 34-9.
  29. American Dental Association. Fluoridation facts. Chicago: American Dental Association; 2005: 22-39.
  30. Ast DB, Fitzgerald B. Effectiveness of water fluoridation. *J Am Dent Assoc* 1962; 65: 581-7.
  31. Department of Health and Human Services Public Health Service. Review of fluoride benefits and risks. Report of the AD HOC sub committee on fluoride of the committee and related programs public health service[Internet]. [cited 2014 Nov 6]. Available from: <http://health.gov/environment/ReviewofFluoride/>.
  32. Centers for Disease Control and Prevention. Ten great public health achievements-United States, 1900-1999. *Morb Mortal Wkly Rep* 1999; 48: 241-3.
  33. Kim JB, Paik DI, Moon HS, Song YH, Park DY. Effect of water fluoridation on dental caries prevention in 8-year-old Korean children. *J Korean Acad Dent Health* 1993; 17: 279-91.
  34. Kim JB, Paik DI, Moon HS, Ma DS, Song YH, Park DY. Effect of water fluoridation on dental caries prevention in 9-year-old Korean children. *J Korean Acad Dent Health* 1994; 18: 564-73.
  35. Lee CS, Seong JH, Kim DK. A study on the effect of water fluoridation in Jin-hae city. *J Korean Acad Dent Health* 1996; 20: 271-90.
  36. Burt B, Eklund S. Dentistry, dental practice, and the community. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders; 1992: 150-1.
  37. Oh HW, Kim YI, Choi MH, Park SH, Lee HS. Perceptions and attitudes of dental hygienists a water fluoridation program. *J Korean Acad Dent Health* 2010; 34: 161-8.
  38. Davis GN. Cost and benefit in fluoride in the prevention of dental caries. Geneva: World Health Organization; 1974: 2-17.
  39. Spencer AJ. Contribution of fluoride vehicles to change in caries severity in Australian adolescents. *Community Dent Oral Epidemiol* 1986; 14: 238-41. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0528.1986.tb01062.x>.
  40. Lee JH, Cho JJ, Cho MS, Bae KH, Han DH, Kim JB. Perception and attitude for the expansion of the adjusted water fluoridation program in Gimhae, Korea. *J Korean Soc Dent Hyg* 2010; 10: 483-93.
  41. Lee SM, Cho EP, Kang BW. Awareness towards water fluoridation program in Yongin. *J Korean Soc Dent Hyg* 2013; 13: 807-17. <http://dx.doi.org/10.13065/jksdh.2013.13.05.807>.