

## 김해시 수돗물불소농도조정사업의 영구치 우식예방효과

김하나 · 조현희 · 김민지 · 전은주 · 한동현<sup>1</sup> · 정승화 · 김진범<sup>†</sup>

부산대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실, <sup>1</sup>서울대학교 치의학대학원 예방치과학교실

### Caries Prevention Effect of Water Fluoridation in Gimhae, Korea

Han-Na Kim, Hyun-Hee Cho, Min-Ji Kim, Eun-Joo Jun, Dong-Hun Han<sup>1</sup>, Seung-Hwa Jeong and Jin-Bom Kim<sup>†</sup>

Department of Preventive and Community Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University, Yangsan 626-870,

<sup>1</sup>Department of Preventive and Social Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul 110-749, Korea

The aim of this study was to evaluate the effect of a water fluoridation program (WFP) on prevention of dental caries in Gimhae City, Korea, with reference to the results of 2012 Korean National Oral Health Survey (KNOHS). In WFP population, 972 subjects including 8-, 10- and 12-year-old children in Gimhae City were examined in 2009. The WFP in Gimhae city has been implemented since 1999. 1872 subjects in non-fluoridated small and medium sized cities similar to Gimhae city were selected from 2012 KNOHS data as the control population. Two dentists who received training in KNOHS with an inter-examiner-agreement examined oral health status of all subjects. To assess the effects of WFP on dental caries, caries preventive fraction was estimated by assessing the differences of decayed, missing, and filled teeth (DMFT) index and decayed, missing, and filled surfaces (DMFS) index, DMFS in pit and fissures and smooth surfaces between WFP population and the control. Univariate analysis of variance adjusted for gender and number of fissure-sealed teeth or surfaces was conducted. DMFT of 12-year-old subjects (n=354) in WFP and control population (n=1,518) were 1.60 and 2.12, respectively, with an estimated prevention effect of 24.7%. Caries preventive fraction on pit and fissure, and smooth surfaces of WFP subjects was estimated 27.5% and 24.0%, among subjects aged 12 years, respectively. WFP in Gimhae City, Korea reduced the prevalence of dental caries and is recommended as a public oral health program where a fluoride-containing toothpastes are commonly used.

**Key Words:** Caries prevention, Dental caries, Fluorides, Water fluoridation

## 서론

2010년 국민구강건강실태조사에 의하면 12세 아동의 영구치우식경험자율(decayed, missing, and filled [DMF] rate)은 60.5%, 1인 평균 우식경험영구치지수는 2.1개<sup>1)</sup>로 OECD 국가들과 비교하였을 때 치아우식병의 유병 정도를 나타내는 지표들은 높은 편이다.

치아우식병 예방을 위해서 불소가 널리 활용되고 있다<sup>2)</sup>. 불소를 이용한 치아우식병 예방법 중 불소섭취법으로는 수돗물 불소농도조정, 불소가 보강된 소금과 우유의 섭취를 들 수 있고, 자가 국소도포법으로 불소치약, 불소용액 양치

등이 있으며, 전문가 국소 도포법으로 불소젤과 불소폼 및 불소바니쉬 도포법 등이 있다.

세계보건기구에서는 마시는 물, 소금, 우유 등을 통해 불소를 공급하는 것은 안전하고 효과적으로 치아우식병을 예방하기 위한 방법으로 권장하고 있다<sup>3)</sup>. 국내에서도 치아우식병 예방을 위하여 수돗물불소농도조정사업(이하 수불사업)을 시행하고 있다. 국내의 수불사업은 수돗물에 불소이온 농도를 평균 0.8 ppm 정도로 유지하도록 첨가하여 치아우식병 예방을 목적으로 하는 사업이다. 수불사업은 불소 활용법 중에서 비용효과 대비 가장 큰 우식예방효과를 기대할 수 있다<sup>4)</sup>. 우리나라의 수불사업은 경상남도 진해시에서

Received: August 19, 2014, Revised: October 8, 2014, Accepted: October 10, 2014

ISSN 1598-4478 (Print) / ISSN 2233-7679 (Online)

<sup>†</sup>Correspondence to: Jin-Bom Kim

Department of Preventive and Community Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University, 49, Busandaehak-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 626-870, Korea  
Tel: +82-51-510-8223, Fax: +82-51-510-8221, E-mail: jpbomkim@pusan.ac.kr

Copyright © 2014 by the Korean Society of Dental Hygiene Science

© 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.

1981년 시범사업으로 개시된 후<sup>5)</sup> 사업 수행 정수장의 수가 2000년 37개소<sup>5)</sup>에서 2010년 25개소<sup>6)</sup>로 감소하였으며, 총 인구 대비 수혜인구 비율은 2000년 12.7%<sup>5)</sup>에서 2010년 6.1%<sup>6)</sup>로 감소하는 추세이다.

Park과 Nam<sup>7)</sup>은 수불사업을 시행하고 있는 청주시와 수불사업을 하지 않은 안양에 거주하는 초등학교 5~6학년 아동들을 대상으로 한 연구에서 수불사업의 혜택을 받는 청주시 아동에서 우식경험영구치지수(decayed, missing, and filled teeth [DMFT] index)와 우식경험영구율(DMFT rate)이 더 낮았다고 보고하였다. Park 등<sup>8)</sup>은 합천군 합천읍 아동들에서 수불사업과 치면열구전색사업의 상가적 우식예방효과를 분석한 결과, 12세 아동의 영구치 우식예방률을 56.8%로 평가하였고, Kim 등<sup>9)</sup>은 11년 동안 시행된 진주시의 수불사업의 비용편익 분석을 통해 경제성 평가에 우수한 결과가 있음을 제시하였다. 수불사업의 전신적인 효과(systemic effect)를 제시한 연구에서는 사업 중단 이전에 4년 정도 수불의 혜택을 받은 11세 아동의 경우 동일 연령의 비수불 지역 아동에 비해 DMFT index가 낮음을 보고하였다<sup>10)</sup>.

김해시는 치아우식병 예방을 목적으로 1999년 6월부터 수불사업을 1999년부터 삼계정수장을 시작으로 하여 2003년에는 명동정수장까지 확대 실시하고 있다. 김해시 인구는 475,093명(2008년)이었으며, 삼계정수장과 명동정수장 및 덕산정수장에서 수돗물을 생산하여 공급하고 있다. 2009년 조사 당시 김해시 수불사업의 수혜인구는 445,428명으로 집계되어서 수불사업 지역인구는 김해시 전 시민 중 90.9%에 해당하고 있다<sup>11)</sup>. Jeong 등<sup>12)</sup>은 1999년부터 2005까지 김해시에서 수불사업과 치면열구전색사업으로 12세 아동에서 DMFT index가 53.9%로 감소하였다고 보고하였다. 한편 김해시보건소는 2002년부터 초등학교 저학년 학생을 중심으로 치아홈메우기사업을 하고 있으며, 2009년 치아홈메우기사업의 수혜아동은 만 14세(중학교 3학년)까지 이르고 있다.

기존의 수불사업의 우식예방효과 평가에 대한 연구는 시행 기간 동안의 추적조사 또는 인근 비수불 지역을 대조군으로 하여 그 효과를 분석하였다. 사회경제적 요인이 유사한 인근 지역을 대조군으로 선정하는 경우, 치아우식병에 영향을 주는 요인을 일부 통제할 수 있어 추천되기는 하나, 수불사업의 효과가 인근 지역으로 파급되거나 희석되는 효과를 고려할 수 없는 한계가 있다. 또한 지역구강보건 사업으로 치면열구전색사업과 수불사업이 함께 수행된 지역의 경우 두 사업으로 얻는 치아우식병 예방효과를 함께 제시하여 치면열구전색의 효과를 배제한 수불사업의 효과를 추론하기 힘들다.

따라서 치아우식병 예방을 위해 불소치약이 널리 보급되고 치면열구전색 등의 예방술식이 많이 행해지고 있는 상황에서 수불사업의 효과가 여전히 유효한지를 평가할 필요가 있다. 본 연구에서는 수불사업이 장기간 시행되고 있는 김해시 아동들과 수불사업을 하지 않고 있는 전국 중소도시 아동들을 비교하여 치면열구전색사업의 효과를 배제한 수불사업의 우식예방효과를 추정함으로써 수불사업의 확대발전을 위한 근거자료로 활용하고자 한다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 사업군으로 1999년부터 수불사업을 시행하고 있는 김해시 삼계정수장 급수 지역(5년 이상 수돗물 불소화를 시행한)에 거주하는 8세, 10세, 12세 아동 972명을 선정하였다. 김해시는 2002년부터 2010년까지 초등학교 저학년 학생을 중심으로 치면열구전색사업을 시행하였다. 대조군으로는 2010년 국민구강건강실태조사 자료를 이용하였다. 국민구강건강실태조사 자료에서 사업군과 치아우식병 발생에 관련되는 사회경제적 요인의 유사성을 충족시키기 위해 전국 중소도시들 중에서 2009년을 기준으로 수불사업이 시행되지 않았거나 수불사업의 중단기간이 5년 이상인 35개 지역을 선택하였고, 35개 지역의 8세, 10세, 12세 4,397명을 대조군으로 선정하였다(Table 1). 이 연구는 양산부산대학교 임상시험심사위원회(institutional review board, IRB No. 05-2012- 034)의 심사와 승인을 취득하였다.

### 2. 연구방법

2006년 보건복지부에서 시행한 국민구강건강실태조사의

Table 1. Number of Surveyed and Control Children

	Total	Control <sup>a</sup>	Gimhae
Gender			
Male	2,837 (52.8)	2,331 (53.0)	506 (52.1)
Female	2,532 (47.2)	2,066 (47.0)	466 (47.9)
Age (y)			
8	1,733 (32.3)	1,444 (32.8)	289 (29.7)
10	1,764 (32.9)	1,435 (32.6)	329 (33.8)
12	1,872 (34.9)	1,518 (34.5)	354 (36.4)

Values are presented as n (%).

<sup>a</sup>Subjects who had lived in small and middle size cities, which were non-fluoridated area or ceased fluoridated 5 years and over previously.

The sum of the percentages does not equal 100% because of rounding.

조사자 일치도 훈련에 참여한 치과의사 2인이 2009년 5~6월에 구강검사를 시행하였다. 사업군과 대조군의 우식예방 효과를 비교하기 위해서 동일한 연령군의 우식정도를 비교하였고 우식예방률은 사업군과 대조군 간의 우식경험도차이에 성별과 치면열구전색수 또는 치면열구전색치면수를 보정하여 산출하였다<sup>13)</sup>.

사업군과 대조군의 DMF rate, DMFT index, 우식경험영구치면지수(decayed, missing, and filled surfaces, [DMFS] index), 치아 종류별 DMFT index, 치아종류별 DMFS index, 치면종류별 DMFS index를 제시하였다. 치아 종류는 전치와 구치로 구분하였다. 치면 종류는 소와열구면과 평활면으로 구분하였으며 상악대구치 교합면·구개면, 상악소구치 교합면, 하악대구치 교합면·협면, 하악소구치 교합면을 소와열구면으로, 상악대구치 협면·근원심면, 상하악소구치 협설면·근원심면, 하악대구치 설면·근원심면 및 상하악 전치 순설면과 근원심면은 평활면으로 구분하였다. 우식예방률은 대조군과 사업군의 우식경험도 차이를 대조군의 우식경험도로 나눈 후 100을 곱하여 백분율로 산출하였다<sup>14)</sup>.

### 3. 분석방법

사업군과 대조군의 대상자에 대한 빈도 분석과 우식예방 효과의 교차분석 및 성별과 치면열구전색치아(치면수)를 보정한 단변량 분석을 시행하였다. 유의성 판단 기준은  $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ 로 하였다. 모든 분석은 PASW Statistics ver. 21.0 (IBM Inc., Armonk, NY, USA)을 이용하였다.

## 결 과

### 1. 치면열구전색치아 및 치면수

치면열구전색치아수는 8세 아동에서 김해시 1.55개, 대

**Table 2.** Number of Pit and Fissure Sealed Teeth and Surfaces

Age (y)	Control	Gimhae	p-value
<b>Tooth</b>			
Total	1.37	1.61	<0.001
8	1.32	1.55	0.021
10	1.31	1.74	0.001
12	1.48	1.56	0.525
<b>Surfaces</b>			
Total	1.81	2.02	0.016
8	1.85	1.90	0.702
10	1.70	2.20	0.001
12	1.89	1.95	0.725

Values are presented as mean.

조군 1.32개로 김해시가 더 많았다. 10세 아동에서 치면열구전색치아수는 김해시 1.74개, 대조군 1.31개로 역시 김해시가 더 많았다. 치면열구전색치면수는 10세 아동에서 김해시 2.20개, 대조군 1.70개로 김해시가 더 많았다(Table 2).

### 2. 측정 대상 및 치아종류별 수불사업 우식예방효과

DMF rate를 기준으로 산출한 김해시 수불사업의 예방효과는 8세에서 38.14%로 가장 높았으며, 12세에서 16.58%였다. 사업군인 김해시의 12세 DMF rate는 50.8%로 2010년 국민구강건강실태조사의 60.5%보다 낮았다(Table 3).

DMFT index를 기준으로 산출한 김해시 수불사업 예방효과는 8세에서 26.18%로 가장 높았으며, 다음으로는 12세로 24.76%였다. DMFS index를 기준으로 산출한 우식예방효과는 8세에서 가장 높았으며(28.32%), 다음으로는 12세(26.45%)에서 높은 우식예방효과를 보였다(Table 3).

치아종류별 DMFS index는 전치부의 경우, 8세와 10세 연령에서는 비교대상이 되는 사업군의 우식치면수가 없거나 적어 유의한 값의 우식예방효과를 산출할 수 없었다. 구치부의 경우 12세와 8세에서 약 27% 정도의 우식예방률을 보였다(Table 4).

치면종류에 따른 우식예방률을 비교해 보면, 소와열구면에서는 우식예방효과가 12세에서 27.56%로 가장 높았으며 8세(26.75%)에서도 유사하게 높았다. 평활면에서는 12세에서 24.03%의 우식예방효과를 보였다(Table 4).

**Table 3.** Dental Caries Preventive Fraction by Water Fluoridation Program in the Number of DMFT and DMFS

Index	Age (y)	Control	Gimhae	Preventive fraction (%)	p-value
DMF rate (%)	Total	45.6	37.8	17.11	<0.001
	8	29.1	18.0	38.14	<0.001
	10	45.9	41.0	10.68	0.113
	12	60.9	50.8	16.58	0.001
DMFT	Total	1.30	1.06	18.72	<0.001
	8	0.59	0.44	26.18	0.026
	10	1.16	1.02	12.12	0.132
	12	2.12	1.60	24.76	<0.001
DMFS	Total	2.06	1.68	18.41	0.001
	8	0.93	0.66	28.32	0.034
	10	1.91	1.77	7.22	0.443
	12	3.33	2.45	26.45	<0.001

Preventive fraction (%) was estimated by univariate analysis of variance adjusted by gender and number of pit and fissure sealed teeth or surfaces.

DMF: decayed, missing, and filled, DMFT: DMF teeth, DMFS: DMF surfaces.

**Table 4.** Dental Caries Preventive Fraction by Water Fluoridation Program by Anterior/Posterior Teeth and Pit & Fissure/Smooth Surfaces

Sort of tooth surfaces	Age (y)	Control	Gimhae	Preventive fraction (%)	p-value
Anterior	Total	0.054	0.033	38.89	0.209
	8	0.018	0.000	100.00	0.224
	10	0.047	0.004	91.49	0.121
	12	0.096	0.088	8.33	0.842
Posterior	Total	2.01	1.65	17.73	0.001
	8	0.91	0.66	26.90	0.046
	10	1.86	1.80	3.60	0.579
	12	3.23	2.36	26.95	<0.001
Pit and fissure	Total	1.48	1.21	18.54	0.001
	8	0.66	0.48	26.75	0.045
	10	1.36	1.27	6.48	0.467
	12	2.41	1.75	27.56	<0.001
Smooth surfaces	Total	0.58	0.47	18.02	0.022
	8	0.27	0.18	32.21	0.069
	10	0.55	0.50	9.27	0.496
	12	0.90	0.68	24.03	0.025

Values are presented as mean. Prevention fraction (%) was estimated by univariate analysis of variance adjusted by gender and number of pit and fissure sealed surfaces.

### 3. 반점치 유병률

김해시의 반점치 유병률은 8세, 10세, 12세에서 각각 10.4%, 6.1%, 3.4%였으며, 미용적으로 이상을 느끼는 중등도 이상의 반점치는 전혀 발생하지 않았다.

## 고찰

수불사업의 치아우식병 예방효과는 크게 2가지로 구분된다. 치아가 형성될 시기에 불소를 섭취하여 맹출 전에 얻는 효과와 불소가 함유된 식음료를 통해 구강 내에서 치아에 도포되는 효과를 기대할 수 있다<sup>2)</sup>. 불소 도포효과를 얻기 위해 구강보건진료기관에서 불소가 함유되어 있는 제품으로 치면에 도포하거나 가정에서 불소가 함유되어 있는 치약을 사용할 수 있다. 하지만 수불사업이 수행되는 지역에 거주하는 사람들이 수돗물을 이용하게 된다면 별 다른 노력이나 시간 투자 없이 지속적으로 불소를 통한 치아우식병 예방사업의 수혜자가 된다. 또한 수불사업은 우식예방사업 중에서 적은 비용 대비 큰 예방효과를 얻을 수 있는 사업으로 평가되었다<sup>15)</sup>. 치아우식병 예방은 병인론의 측면만으로 예방 가능한 질병이 아니어서 개인에서부터 가족 그리고 지역사회 의 여러 가지 요인들을 고려하여야 한다<sup>16)</sup>. 이러한 요인들을 고려해 본다면 수불사업은 구강보건 사업의 일환으로 우식병 예방을 위한 필수적인 사업 중의 하나로 고려될 수 있다.

본 연구에서는 김해시 아동들을 대상으로 수불사업의 효과를 좀 더 정밀하게 산출하기 위해서 성별 인구분포와 치

면연구전색을 통제변수<sup>13)</sup>로 하여 전국 비수불 중소도시 자료와 비교하여 산출하였다. 우식예방효과 산출에서 DMF rate, DMFT index, DMFS index, 치아 및 치면 종류별로 세분화하여 분석하였다.

김해시와 지역적으로 인접한 도시를 대조군으로 선정하는 방법도 있지만, 김해시와 인접한 중소도시(창원, 진주, 진해 등)의 경우 수불사업을 시행하는 곳이 많아서 대조군으로 선정하는 데 어려움이 있어 전국 비수불 중소도시를 대조군으로 선정하였다. 김해시와 전국 중소도시의 가계 월소득이 300만원 이상인 비율은 각각 25.3%와 24.8%로 유사하였다. 국가 자료로써 표본선정에서 대표성을 중요하는 국민구강건강실태 자료의 비수불 중소도시 35개지역을 이용하여 비교한 것은 김해시의 수불사업 평가에서 대조군 선정에 좀 더 객관성을 부여하려는 시도였다. 본 연구의 대조군인 구강건강실태조사 자료에서 비수불 중소도시 35개 지역은 사회경제적인 요인이 김해시와 유사하거나 또는 차이가 있을 수 있다. 대조지역으로 소수지역을 선정하지 않고, 수불지역을 제외한 모든 중소도시를 대조군으로 하였기에, 그 차이는 희석되었을 것으로 사료된다.

어린이와 청소년의 치아우식증 예방에서 불소치약의 효과는 이미 많은 연구에서 입증되었다<sup>17)</sup>. 우리나라의 경우 2003년 울산광역시 시민을 대상으로 한 조사에서, 97% 이상이 불소치약을 사용하고 있어<sup>18)</sup> 대다수의 국민들이 불소치약 사용으로 치아우식병 예방효과를 얻고 있다고 추정된다.

Pizzo 등<sup>19)</sup>의 수불사업의 우식예방효과로 일차적인 것은

치아의 맹출 이후라고 주장하였다. 하지만 최근 발표된 Cho 등<sup>10)</sup>의 연구에 의하면 수불사업이 중단된 지 7년이 지난 청주시 지역아동들의 구강검진 결과를 통해 수불사업의 전신적인 효과가 증명되었다. 영구치가 맹출하기 전인 출생 이후 4년만 수불사업 혜택을 받았던 11세 아동의 영구치 우식경험도에 영향을 주는 것은 수불사업의 전신적인 효과를 증명하는 결과이다. Groeneveld 등<sup>20)</sup>은 치아 맹출 이전에서 불소섭취의 우식예방효과가 소와열구에서 최대 66% 보이며, 특히 우식 고위험군 집단에서 그 효과가 크다고 보고하였다. 한편으로는 기존의 연구들은 불소치약의 광범위한 사용을 고려하지 않은 정보이기 때문에, World Health Organization가 제공하는 비용-효율 대비 수불사업에 대한 정보 갱신(update)의 중요성을 강조하고 있다<sup>21)</sup>. 본 연구의 결과는 사업군과 대조군 아동들 대부분이 불소치약을 사용하고 있는 현실에서 수불사업의 치아우식병 예방효과를 추정하였기에 그 의미를 부여할 수 있다고 생각된다.

김해시의 12세 아동의 DMF rate는 국민구강건강실태 조사의 동일 연령대의 60.9%보다도 낮아 우식예방효과가 있음이 증명되었고, 김해시에서 조사한 중소도시 2005년 65.1%<sup>12)</sup>에서 2009년 50.8% (Table 3)로 지속적인 감소 추세를 보였다. DMF rate의 경우 우식경험치아 개수에 상관없이 우식경험치아가 하나 이상 있는 사람을 대상으로 추정하였기 때문에 전반적인 치아우식병의 심각도를 반영하기에는 한계가 있다.

김해시의 DMFT index는 12세에서 1.60개로 2010년 전국 비수불 중소도시의 2.12개보다 0.5개 정도 적은 수치로, 수불사업의 우식예방효과가 뚜렷함을 알 수 있었다. Johnson 등<sup>22)</sup>이 연구한 호주 North Queensland 토착민 지역 아동들의 수불사업 효과에 의하면 출생 후 6~7년 정도 수불사업의 혜택을 받은 12세 아동에서 평균 DMFT index가 1.77개로 김해시보다 조금 높았지만 유사한 결과로 호주의 North Queensland의 경우 수불사업 시행 전에 12세 아동의 DMFT index가 2.44개로 김해시의 2005년 2.45개<sup>12)</sup>보다 낮은 편이었다. 김해시의 8세 아동의 우식예방효과는 26.18%로서 10세나 12세보다 높아, 전체 연령 대비 수불사업의 수혜 혜택을 받은 기간이 길수록 예방효과가 큰 것으로 판단되었다.

본 연구에서 DMFS index는 DMFT index와 유사한 결과를 보여 우식예방효과 산출에서 기준이 되는 지수에 따른 차이는 없었다. 국내에서는 주로 치아우식의 정도를 DMFT index를 기준으로 제시하나 다른 나라의 많은 연구보고에서는 DMFS index를 이용하여 불소 전달 제품의 효능을 평가하기도 한다<sup>23,24)</sup>. Garabedian<sup>25)</sup>의 연구에 의하면 학교수불

사업(school water fluoridation)이 시행되는 학교의 아동들의 DMFS index가 28% 낮아서 우식예방효과가 본 연구와 유사한 결과를 확인할 수 있었다.

치아종류별로 DMFS index를 비교한 결과(Table 4)에서 전치부에서는 우식경험 영구치의 수가 적어 비교가 어려웠다. 구치부에서는 8세와 12세에서 26% 이상의 우식예방효과가 산출되었다. 음식물 저작에 중요한 역할을 하는 구치의 치아우식병 예방에 수불사업이 기여하는 바가 큰 것으로 생각되었다.

소와열구면에 대한 수불사업의 우식예방효과는 12세 아동에서 27.56%였다(Table 4). 이는 Ahovuo-Saloranta 등<sup>26)</sup>이 2013년 보고한 치면열구전색으로 기대할 수 있는 치아우식예방효과의 6.25%~18.92%보다 높은 결과였다. 김해시의 경우 12세 아동의 1인평균 치면열구전색치아수가 1.61개로서, 전국 평균 1.37개보다 높았다. 이러한 결과는 구강보건사업의 일환으로 김해시가 치면열구전색사업을 시행한 결과로 추정된다. 따라서 본 연구에서 좀 더 정밀하게 수불사업의 우식예방효과를 분석하기 위해서 치면열구전색 정도를 보정하여 결과를 제시하였다.

평활면의 수불사업 우식예방효과는 12세에서 24.03%였고, 8세에서 32.21%였다(Table 4). 8세에서는 수불사업의 효과가 소와열구면보다 평활면에서 조금 더 높았다. Cho 등<sup>10)</sup>의 연구에서 제시한 출생이후 수불사업 혜택기간이 1년인 아동에 비해 4년인 아동에서 우식예방효과가 큰 결과와 유사하게 8세에서 32.21%의 높은 우식예방효과가 있었다. 하지만 본 결과에 대해서는 거주기간을 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

김해시 아동들의 우식경험도를 대조군인 국민구강건강실태자료의 비수불 중소도시들과 비교한 결과, 김해시 수불사업은 치아우식병 예방에 효과적으로 평가되었다. 본 연구의 결과가 수불사업이 지역구강보건 사업의 중심으로 개발하는 데에 근거자료로 활용될 수 있다고 사료되었다.

본 연구에서 조사되었던 8세, 10세, 12세 아동들의 반점치유병률은 3.4%에서 10.4%로 높지 않은 수준으로 검토되었다. McDonagh 등<sup>27)</sup>은 반점치는 불소 농도가 증가함에 따라 발생이 증가하며, 1 ppm 농도의 수불사업이 시행되는 곳에서 반점치유병률을 12.5%로 보고한 바가 있다.

본 연구에서는 조사 대상 연령 중 10세 아동의 경우 우식예방효과가 상대적으로 낮거나 유의한 수준의 결과가 제시되지 않았고 명확한 원인을 밝힐 수 없었다. 김해시 10세 아동의 설문조사 결과와 여러 지표들 간의 심층분석이 필요한 것으로 생각된다. 치아우식병에 주요한 영향요인이 되는 우식성식품 섭취와 구강위생정도 및 인구사회경제적인 요인

을 모두 고려하지 못한 데에 연구의 제한점이 있었다. 수불사업군인 김해시에서는 우식예방에 관여되는 수불사업 이외의 고려 변수에 대해 좀 더 많은 자료를 조사하였으나, 2010년 국민구강건강실태조사는 유사한 변수를 조사하지 않았거나 상이한 척도로 측정되어 분석에 활용할 수 없었다. Jason 등<sup>28)</sup>은 당류가 함유되어 있는 음료가 우식발생에서 주요한 위험변수이지만 수불사업이 이러한 요인을 개선할 수 있음을 제시하고 있다. 추후 연구에서는 치아우식병에 영향을 주는 요인들을 최대한 고려하여 다양한 분석이 필요할 것으로 생각되었다.

## 요 약

본 연구에서는 경상남도 김해시 아동들을 대상으로 치면열구전색사업의 효과를 보정한 수불사업의 치아우식병 예방효과를 평가하기 위해 1999년부터 수불사업을 시행하고 있는 김해시 삼계정수장 급수구역 초·중학교 학생들(8세, 10세, 12세)을 대상으로 2009년 구강검사를 시행한 972명과 2010년 국민구강건강실태조사에서 비수불 중소도시 35개 지역 4,397명(8세, 10세, 12세)의 치아우식병 실태조사 자료를 비교하고, 성별인구와 치면열구전색치아수 및 치면수를 보정하여 분석한 결과, 다음과 같은 결과를 얻었다.

DMF rate는 8세에서 가장 높았으며 김해시와 비수불 중소도시(대조군)에서 각각 18.0%와 29.1%로 우식예방효과는 38.14%로 추정되었다. 12세 DMF rate는 김해시에서 50.8%로 대조군의 60.9%보다 낮으며 우식예방효과는 16.58%로 추정되었다. 12세 DMFT index는 김해시에서 1.60개, 대조군에서 2.12개였으며 우식예방효과는 24.76%였다. 12세 DMFS index는 김해시에서 2.45면, 대조군에서 3.33면이었으며 우식예방효과는 26.45%였다. 12세 평활면 DMFS index는 김해시에서 0.68면, 대조군에서는 0.90면으로 우식예방효과는 24.03%로 추정되었다.

김해시의 수불사업은 대조군인 비수불 중소도시들과 비교한 결과 치아우식병 예방에 우수하여 효과적인 지역구강보건사업으로 평가되었으며, 본 연구의 결과가 지역구강보건 사업개발에서 우선순위를 제시하는 데에 근거자료로 활용할 수 있을 것으로 검토되었다.

## References

1. Ministry of Health and Welfare: 2010 Korean National Oral Health Survey: III. Summary. Ministry of Health and Welfare, Seoul, 2010.
2. Featherstone JDB: Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol* 27: 31-40, 1999.
3. Petersen PE: World Health Organization global policy for improvement of oral health-world health assembly. *Int Dent J* 58: 115-121, 2008.
4. Davis GN: Cost and benefit of fluoride in the prevention of dental caries Geneva. World Health Organization, Geneva, pp.2-17, 1974.
5. Ministry of Health and Welfare: Workshop for water fluoridation program in 2000. Ministry of Health and Welfare, Seoul, pp.6-12, 2000.
6. Ministry of Health and Welfare: 2011 guideline for water fluoridation program. Ministry of Health and Welfare, Seoul, p.73, 2010.
7. Park MS, Nam YS: Study on influence of water fluoridation program on oral health status. *J Dent Hyg Sci* 5: 71-76, 2005.
8. Park TG, Kim BJ, Han DH, et al.: 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 Dent Health* 32: 517-527, 2008.
9. Kim MK, Jung JI, Kim MJ, et al.: Cost-benefit analysis of a water fluoridation program for 11 years in Jinju, Korea. *J Korean Acad Dent Health* 38: 118-128, 2014.
10. Cho HJ, Jin BH, Park DY, et al.: Systemic effect of water fluoridation on dental caries prevalence. *Community Dent Oral Epidemiol* 42: 341-348, 2014.
11. 2009 Population of Gimhae: Gimhae statistics. Retrieved August 25, 2014, from [http://stat.gimhae.go.kr/sub/03\\_01\\_2013.jsp](http://stat.gimhae.go.kr/sub/03_01_2013.jsp) (2009, September 20).
12. Jeong MS, Lee SM, Bae KH, Kim JS, Woo YO, Kim JB: Evaluation of caries preventive effect after a 6-year community water fluoridation program in Gimhae, Korea. *J Korean Acad Dent Health* 31: 347-354, 2007.
13. 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* 30: 1-7, 2014.
14. Korea Health Promotion Foundation: The effectiveness of community water fluoride in Korea. Korea Health Promotion Foundation, Seoul, p.28, 2011.
15. Spencer AJ: Contribution of fluoride vehicles to change in

- caries severity in Australian adolescents. *Community Dent Oral Epidemiol* 14: 238-241, 1986.
16. Krol DK: Dental caries, oral health, and pediatricians. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 33: 253-270, 2003.
  17. Marinho VC, Higgins JP, Logan S, Sheiham A. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 1: CD002278, 2003.
  18. Kim JY, Lee JH, Park HK, Kim EK, Kim JB. User rate of fluoride-containing toothpaste in Ulsan Metropolitan City. *J Korean Acad Dent Health* 27: 149-156, 2003.
  19. Pizzo G, Piscopo MR, Pizzo I, Giuliana G. Community water fluoridation and caries prevention: a critical review. *Clin Oral Invest* 11: 189-193, 2007.
  20. Groeneveld A, Van Eck AA, Backer DO. Fluoride in caries prevention: is the effect pre- or post-eruptive? *J Dent Res* 69: 751-755, 1990.
  21. Petersen PE, Lennon MA. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach. *Community Dent Oral Epidemiol* 32: 319-321, 2004.
  22. Johnson NW, Lalloo R, Kroon J, Tut O: Effectiveness of water fluoridation in caries reduction in a remote indigenous community in Far North Queensland. *Aust Dent J* 59: 1-6, 2014.
  23. Kingman A, Selwitz RH: Proposed methods for improving the efficiency of the DMFS index in assessing initiation and progression of dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 25: 60-68, 1997.
  24. Koch G, Bergmann-Arnadottir I, Bjarnason S, Finnbogason S, Höskuldsson O, Karlsson R: Caries-preventive effect of fluoride dentifrices with and without anticalculus agents: a 3-year controlled clinical trial. *Caries Res* 24: 72-79, 1990.
  25. Garabedian AH: Efficacy of the Indiana school water fluoridation program. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University, Purdue, USA, 2002.
  26. Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, et al.: Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. *Database Syst Rev* 3: 1-139, 2013.
  27. McDonagh MS, Whiting PF, Wilson PM, et al.: Systematic review of water fluoridation. *BMJ* 321: 855, 2000.
  28. Jason M, John Spencer A, Kaye F: Water fluoridation and the association of sugar-sweetened beverage consumption and dental caries in Australian children. *Am J Public Health* 103: 494-500, 2013.