

경상남도 합천군 합천읍 수돗물불소농도조정사업의 18년간 영구치우식 예방효과

김지수¹, 변민지^{1,2}, 전은주¹, 정승화^{1,2}, 김진범^{1,2}

부산대학교 치의학전문대학원 ¹예방과사회치학교실, ²4단계 BK21 사업단

Preventive effect of a 18-year water fluoridation program for dental caries in a rural area of Korea

Ji-Soo Kim¹, Min-Ji Byon^{1,2}, Eun-Joo Jun¹, Seung-Hwa Jeong^{1,2}, Jin-Bom Kim^{1,2}

¹Department of Preventive & Community Dentistry and ²BK21 FOUR Project, School of Dentistry, Pusan National University, Yangsan, Korea

Received: November 26, 2020

Revised: December 3, 2020

Accepted: December 8, 2020

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: jbonkim@pusan.ac.kr
https://orcid.org/0000-0001-8619-2741

Objectives: The water fluoridation program in Hapcheon township area has been implemented since 2000. This study aimed to evaluate the caries-preventive effect of water fluoridation on permanent teeth after implementation of an 18-year community water fluoridation program in a suburban area.

Methods: A survey was conducted in 2018 with 359 subjects, aged 8, 10, and 12 years, residing in the Hapcheon township area. In this prospective cohort study, the data on caries prevalence obtained from 671 subjects, aged 8, 10, and 12 years, in 2000, when the community water fluoridation program was initiated in the township, were used as a cohort to evaluate the caries-preventive effect after 18 years. The caries-preventive effect of community water fluoridation on permanent teeth was estimated by comparison of the adjusted DMFT scores between the program and the control group, and between the pre- and post-program data after 18 years. The confounding factor, mean number of fissure-sealed teeth, was adjusted to estimate the caries-preventive effect of fluoridation on permanent teeth.

Results: Based on the results of the surveys conducted in Hapcheon-eup in 2000 and 2018, the mean number of fissure-sealed permanent teeth was 2.24 in 2000 and 1.38 in 2018. The mean DMFT scores of subjects aged 8, 10, and 12 years in 2018, adjusted for fissure-sealed permanent teeth in the fluoridated area, were significantly lower than those reported by the 2018 Korea National Children's Oral Health Survey. In addition, the mean values of the adjusted DMFT scores of subjects aged 8, 10, and 12 years in 2018, after the 18-year fluoridation program, were significantly lower than those reported in 2000, the year the fluoridation program was initiated.

Conclusions: Community water fluoridation has a high caries-reducing effect; thus, the reintroduction of water fluoridation program is desirable to prevent dental caries.

Key Words: Caries preventive effect, Community water fluoridation program, Dental caries, Hapcheon, Permanent teeth

서론

치아는 생존에 있어 필수적인 요소이다. 치아가 상실될 경우 저작 능력이 감소하여 음식물 섭취에 영향을 미치고 그 결과 전신적으로 질

병발생 위험이 증가할 수 있다. 또한, 발음 및 외모에도 좋지 못한 영향을 미쳐 원만한 사회생활을 어렵게 하고 개인의 삶의 질을 떨어지게 한다^{1,2}. 치아 상실을 초래하는 대표적인 구강질환은 치주질환과 더불어 치아우식이 손꼽히고 있다³.

건강보험심사평가원에서 발표한 자료에 따르면, 2019년 상반기 외래 다빈도 질병순위에서 치아우식과 치수 및 근단주위조직의 질환은 상병순위 5위와 16위로 조사되었으며 진료인원은 각각 3,657,553명, 2,379,650명이었으며 요양급여비용은 각각 2,772억 원, 3,016억 원이었다⁴⁾. 2018년 상반기 자료와 비교하였을 때 진료인원과 급여비용이 지속적으로 늘어나고 있는 실정이다⁵⁾. 치수 및 근단주위조직의 질환은 대부분 치아우식이 진행되어 발생한 질병으로 분류할 수 있다. 치아우식은 도시 농촌 구별 없이 남녀노소가 겪고 있는 범발성 질환이며, 국민 구강건강에 대한 위해와 아울러 진료비용 또한 경제적으로 큰 부담이 되고 있다.

치아우식을 가장 효과적으로 예방하는 방법으로서 치면열구전색과 불소이용이 우선적으로 일컬어지고 있다^{6,7)}. 지역사회 주민을 대상으로 불소를 이용하여 치아우식을 예방하는 사업으로써 먼저 고려되는 사업은 수돗물 불소농도조정사업(이하 '수불사업')이다⁸⁾. 수불사업은 수돗물의 불소농도를 치아우식 예방에 필요한 권장량 수준으로 조정하는 사업이다. 세계보건기구(World Health Organization: WHO)에서는 수돗물불소농도조정을 "어린이와 성인 모두에서 치아우식 예방에 효과적이다. 수돗물이 공급되는 지역의 모든 주민들은 사회적 경제적 지위에 관계없이 수돗물불소농도조정으로 혜택을 받는다."라고 규정하였다⁹⁾.

우리나라에서는 1981년 경남 진해 시와 1982년 충북 청주 시에서 보건복지부 시범사업으로 수불사업을 처음 시행된 이래, 2002년 36개 정수장, 32개 지역에까지 확대 시행되었다¹⁰⁾. 하지만, 수불사업에 대한 지역주민들의 오해와 관련 공무원들의 소극적인 의지로 사업지역은 점차 감소하게 되었으며, 2016년에는 15개 정수장, 13개 시군에서만 수불사업을 시행하게 되었고 2018년 12월을 마지막으로 38년 만에 국내에서 수불사업은 모두 중단되었다^{11,12)}.

수불사업이 1945년 처음 도입된 미시간주 그랜드래피드, 뉴욕주 뉴유버그, 일리노이주 에반스턴, 캐나다 온타리오주 브란트포드에서는 사업시작 시점 또는 대조도시와 비교하여 사업기간이 13-14년 경과했을 때 영구치우식 발생이 48.4%에서 70.1% 감소한 것이 보고된 이래¹³⁾, 수불사업의 우식예방에 관하여 세계 각처에서 많은 보고가 있었다¹⁴⁾. 우리나라에서도 김 등¹⁵⁾은 청주시의 수불사업에서 영구치 우식예방효과가 7-11세 아동에서 22.2-46.2%라고 보고한 이후 수불사업의 우식예방에 관하여 많은 보고가 있었다¹⁶⁾.

경상남도 합천군보건소는 지역주민들의 치아우식 예방을 목적으로 1996년부터 합천군 관내 초등학교 1학년 아동 대구치를 대상으로 치면열구전색사업을 시작하였다¹⁷⁾. 그 이후 점차적으로 대상아동을 확대하여 2006년 이후 일부 유치원 5세 아동을 포함하여 초등학교 1학년에서 6학년 전 아동을 대상으로 건전 소구치와 대구치를 대상으로 치면열구전색사업을 시행하였고, 2000년부터는 합천읍 지역을 중심으로 수불사업을 시행하였다¹⁸⁾.

지역사회에서 효과적인 치아우식예방사업 및 계속구강건강관리를 하지 않았을 경우, 도시지역보다 비도시지역에서 더 높은 치아우식 경험율과 우식경험치수치가 보고되고 있으므로¹⁹⁾, 장기간 치아우식 예방사업의 일환인 치아열구전색과 수불사업을 수행하였던 합천 지역의 우식예방효과를 분석할 필요가 있을 것으로 생각한다. 이에, 저자

는 비도시지역인 경상남도 합천군 합천읍에서 지역 주민을 대상으로 2000년부터 2018년까지 18년간 시행한 수불사업으로 얻어진 영구치 우식예방효과를 분석하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

합천군보건소에서는 2000년부터 수불사업을 개시하였다. 수불사업이 개시된 2000년과 18년이 지난 2018년 합천군 합천읍에 있는 초등학교와 중학교 학생 중 8세, 10세, 12세 학생 전부를 연구 대상자로 선정하였다. 합천군 합천읍 학생들과 구강건강을 비교할 대조군 대상자들은 2000년 국민구강건강실태조사와 2018년 아동구강건강실태조사에 참여한 12세 학생들이었다^{20,21)}. 본 연구는 부산대학교 임상시험심사위원회 승인(PNU IRB/2018_63_HR)을 받아 시행하였다(Fig. 1).

2. 연구방법

2.1. 구강검사

치아우식 검사 기준통일을 위한 조사자 기준통일훈련을 받고, 2000년과 2006년 보건복지부 국민구강건강실태조사에 참여하였고, 질병관리본부 제4기(2007-2009년)과 제5기(2009-2012년) 및 제6기(2013-2015년) 국민구강건강영양조사 조사자 지도를 위한 조사기준통일훈련을 받은 치과 의사 1인이 2000년과 2018년 합천읍의 치아우식경험도와 치면열구전색 실태를 조사하였다. 세계보건기구²²⁾가 제시한 기준에 의거하여 양호한 청백광 인공조명 아래에서 평면치경으로 치아를 검사하여 치아우식 경험도와 치면열구전색 실태를 조사하였다. 구강검사 전에 합천군보건소와 합천군교육지원청에 협조를 요청하여 학교 구강검사에 대한 승인을 얻었으며, 2018년 6-7월 학교 현장에서 구강검사를 실시하였다. 구강검사에는 기록요원이 동행하여 검사자가 구술하는 검사결과를 기록하였으며, 편성요원은 담임교사와 협조 및 검사과정의 질서유지 등의 실무를 담당하였다.

2.2. 분석 방법

수불사업 시행 전인 2000년과 시행 후인 2018년의 합천군 합천읍 학생들의 구강상태를 비교분석하였다. 연구대상자들의 남녀별 분포차이는 교차분석을 이용하여 비교하였고, 일인당 평균 치면열구전



Fig 1. Participants and study procedure for the evaluation of the caries-reducing effect derived from the community water fluoridation program on permanent dentition.

색치아 수(mean number of fissure sealed permanent teeth)는 연령별 평균값의 차이를 파악하기 위해 독립표본 T-검정(Independent samples t-test)을 시행하였다. 우식경험영구치지수(DMFT index)는 일인당 평균 치면열구전색치아 수를 혼란변수로 보정하여 공분산분석(ANCOVA)을 실시하여 비교하였다. 또한, 2000년 국민구강건강실태 조사와 2018년 아동구강건강실태조사 12세 대상자들과의 집단별 차이 여부를 확인하기 위해 독립표본 T-검정과 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다. 모든 통계분석은 IBM SPSS Statistics 25.0® (IBM Corp. Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였고 유의수준은 0.05로 판정하였다.

연구 성적

1. 대상자 연령별 성별 분포

수불사업을 시행한 2000년과 시행 18년 후인 2018년 구강검사 대상자들의 분포는 Table 1과 같다. 2000년 8세, 10세, 12세 학생은 각각 213명, 198명, 260명으로 모두 671명이었으며, 2018년 8세, 10세, 12세 학생은 각각 95명, 146명, 118명으로 모두 359명이었다. 대조군으로 활용이 된 2000년 국민구강건강실태조사 12세 참여대상자는 1,203명이었고, 2018년 아동구강건강실태조사 12세 참여대상자는 22,371명이었다(Table 1).

2. 일인당 평균 치면열구전색치아 수

치면열구전색치아 수는 구강검사를 받은 대상자 중에서 열구전색을 한 영구치수의 평균치를 말한다. 2000년 합천읍의 치면열구전색치

Table 1. Distribution of subjects by age and gender

Age (yr)	Gender	Hapcheon in 2000		Hapcheon in 2018		P*
		N	%	N	%	
Total	Male	363	54.1	176	49.0	0.120
	Female	308	45.9	183	51.0	
8	Male	127	59.6	42	44.2	0.012
	Female	86	40.4	53	55.8	
10	Male	98	49.5	77	52.7	0.552
	Female	100	50.5	69	47.3	
12	Male	138	53.1	57	48.3	0.390
	Female	122	46.9	61	51.7	

*P-value by chi-square test.

Table 2. Mean numbers of fissure-sealed permanent teeth

Age (yr)	Hapcheon in 2000			Hapcheon in 2018			P*
	N	Mean	SE	N	Mean	SE	
Total	671	2.24	2.62	359	1.38	1.51	<0.001
8	213	1.90	1.20	95	1.58	1.43	0.057
10	198	5.06	2.73	146	1.42	1.50	<0.001
12	260	0.36	1.10	118	1.18	1.57	<0.001

*Independent samples t-test.

아 수는 2.24개였으며, 18년이 지난 2018년에는 1.38개로 2000년이 2018년보다 많았다. 2000년에는 10세 아동 치면열구전색치아 수가 5.06개로 가장 높았으며 2018년에는 8세 아동 치면열구전색치아 수가 1.58개로 가장 높았다(Table 2).

3. 우식경험영구치지수

우식경험영구치지수는 검사를 받은 집단 1인이 가지고 있는 우식 영구치수, 우식으로 상실된 영구치수 및 충전영구치수의 합계한 수치인 평균치를 말한다. 2000년과 2018년 합천읍 우식경험영구치지수는 각각 1.82개, 0.53개였다. 수불사업이 시작되고 18년이 지난 후 약 1.3개의 차이가 있었다. 8세, 10세, 12세 모든 연령층에서 18년이 지난 후 우식경험영구치지수가 감소하는 것을 확인할 수 있었으나 8세에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 3).

4. 12세 우식경험영구치지수의 전국자료와 비교

수불사업이 시작하기 전인 2000년과 종료시점인 2018년 전국과 합천 12세 우식경험영구치지수를 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. 2000년과 2018년 전국 학생들의 우식경험영구치지수는 각각 2.86개, 1.89개였고, 수불사업을 시행한 합천읍 학생들의 우식경험영구치지수는 2000년과 2018년 각각 3.03개, 0.88개로 통계적으로 유의한 차이를

Table 3. Mean numbers of decayed, missing and filled teeth in permanent teeth

Age (yr)	Hapcheon in 2000		Hapcheon in 2018		P†
	Mean*	SE	Mean*	SE	
Total	1.82	0.07	0.53	0.10	<0.001
8	0.69	0.08	0.43	0.12	0.078
10	1.41	0.11	0.36	0.14	<0.001
12	2.98	0.15	0.99	0.23	<0.001

*Adjusted mean for the number of fissure-sealed surfaces in permanent dentition.

†ANCOVA (analysis of covariance).

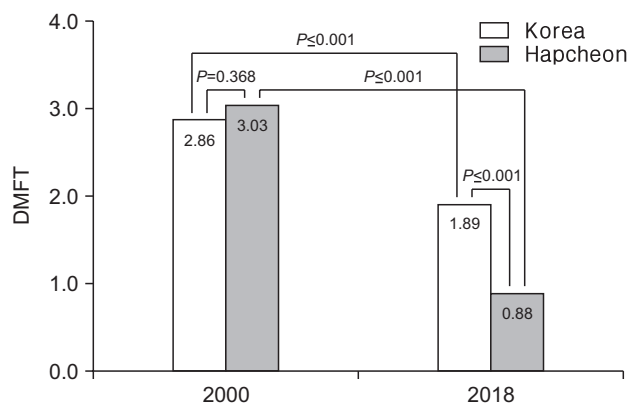


Fig. 2. DMFT scores of 12-year old children in 2000 and 2018, whole country and Hapcheon area (crude mean for number of fissure-sealed teeth in permanent dentition).

Table 4. Prevention rate estimated by DMFT scores of 12-year old children

DMFT	Hapcheon in 2000 & 2018*			Korea & Hapcheon in 2018*		
	2000 (A) [†]	2018 (B) [‡]	Prevention rate (%)	Korea (A) [‡]	Hapcheon (B) [‡]	Prevention rate (%)
Crude	3.03	0.88	70.96	1.89	0.88	53.44
Adjusted [†]	2.98	0.99	66.78	1.89	0.59	68.78

*Univariate analysis of variance.

[†]Adjusted mean for number of fissure-sealed teeth in permanent dentition Prevention rate=[(A-B)/A]×100.[‡]Mean number of DMFT.

보여주었다($P<0.001$). 2018년 전국 학생들과 합천읍 학생들의 구강 건강상태를 비교하였을 때에도 큰 격차를 보여주었다($P<0.001$).

치면열구전색치아 수를 혼란변수로 보정하여 12세 학생들의 우식 경험영구치 지수를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 2000년과 2018년 합천읍 12세 학생들의 우식경험영구치지수는 각각 2.98개, 0.99개였으며 전국과 합천읍 12세 학생들의 우식경험영구치지수는 각각 1.89개, 0.59개였다. 18년 경과 후 합천읍 내에서 예방률은 66.78%였으며, 2018년 전국과 합천읍 간 예방률은 68.78%였다.

고 안

본 연구의 목적은 비도시지역인 경남 합천군 합천읍에서 2000년부터 시행된 수불사업의 영구치우식 예방효과를 평가하는 것이었다. 수불사업이 개시된 지 18년이 지난 2018년 합천군 합천읍에 있는 초등학교, 중학교의 학생 중 합천읍에 거주하는 8세, 10세, 12세 학생들을 대상으로 구강검사를 실시하였고, 수불사업을 개시한 2000년 합천읍 8세, 10세, 12세와 비교하여 18년간 수불사업 우식예방효과를 평가하였다. 또한, 2000년 국민구강건강실태조사와 2018년 아동구강건강실태조사에서 구강검사를 받은 전국 12세 학생들의 구강상태와 비교하여 수불사업 우식예방효과를 평가하였다.

수불사업 못지않게 치아우식 발생을 감소할 수 있는 수단은 치면열구전색이다¹⁷⁾. 따라서, 치면열구전색과 수불사업이 중복이 될 경우, 수불사업만의 치아우식 예방효과를 추정하는 데에는 치면열구전색 상태를 보정해야 할 필요성이 제기되고 있다. 2000년과 2018년 합천읍 조사 결과를 비교하면, 치면열구전색치 지수는 12세에서는 2018년이 2000년보다 많았지만(2000년: 0.36개, 2018년: 1.18개), 10세에서는 2018년이 2000년보다 대폭 적었고(2000년: 5.06개, 2018년: 1.42개), 8세에서는 2018년이 2000년보다 소폭 적었다(2000년: 1.90개, 2018년: 1.58개). 이러한 결과는 2010년부터 보건복지부에서 보건소로 보내주는 치면열구전색사업 지원예산이 없어짐에 따라 학생 개인이 직접 보건소나 치과의원을 방문하여 치면열구전색을 받아야 하는 장애가 생겼기 때문으로 해석되었다. Choi 등²³⁾은 치면열구전색을 국민건강보험에서 급여화한 후, 치과의료접근도가 낮은 경기도를 제외한 도 지역은 치면열구전색이 감소하였다고 보고하였다. 그러므로 합천읍 지역 수불사업 예방효과 평가에서 치면열구전색 상태 차이를 공

변량으로 하여 보정할 필요가 있다고 검토되었고 본 연구에서 혼란변수로 활용하였다.

치면열구전색치아 수로 보정한 이후 2000년, 2018년 합천읍 지역 학생들의 우식경험영구치지수를 산출한 결과, 2000년은 1.82개였고 2018년은 0.53개였다. 통계적으로 유의하였던 10세와 12세는 2010년 각각 1.41개, 2.98개였으며 2018년에는 각각 0.36개, 0.99개였다. 수불사업을 시행한 18년 이후 우식경험영구치지수가 1.0 이상인 연령층은 없었다. 이 결과를 통하여 수불사업 효과를 평가하는 데 크게 무리가 되지 않을 것으로 검토된다.

2000년 국민구강건강실태조사, 2018년 아동구강건강실태조사 결과와 2000년, 2018년 합천읍 12세 구강검진 결과를 단면비교 연구한 결과, 2000년 전국의 우식경험영구치지수는 2.86개였고 합천읍은 3.03개여서 수불사업을 시작하기 전 지역 간 구강건강상태 차이가 없었다($P=0.368$). 18년 후 전국의 우식경험영구치지수는 1.89개인 반면, 합천읍은 0.88개로 통계적으로 우식경험영구치지수가 감소한 것을 확인하였다($P<0.001$). 본 연구로 Jung 등¹⁶⁾이 보고한 합천읍 수불사업의 치아우식 예방효과 결과가 지속되고 있음을 알 수 있었다.

합천군 합천읍 수불사업은 2000년에 시작하여 사업효과 평가를 위한 구강검사 당시인 2018년에는 18년이 경과된 상태이다. 출생할 때부터 적정농도로 불소가 함유된 수돗물을 음용하면서 계속 성장한 사람에서는 영구치가 맹출하기 전 치관형성기에 불화인회석 성분이 많은 치아가 만들어지고, 치아가 맹출한 이후에는 수돗물 음용과정에서 물속에 든 불소가 지속적으로 치아에 도포되어 최대한의 우식예방 효과를 기대할 수 있다^{24,25)}.

Singh와 Spencer²⁶⁾는 수불사업의 효과는 치아 맹출 전 적정불소농도 음용수를 섭취하여 치관형성기에 불화인회석 성분이 많은 치아를 만들게 하는 ‘치아맹출 전 섭취(pre-eruption exposure)’ 효과와 치아가 맹출된 이후에 적정불소 음용수 섭취과정에서 치아표면에 불소가 발라져서 도포효과로 표면치질에 불화인회석 성분이 많아져서 우식저항성을 높이는 ‘치아맹출 후 섭취(post-eruption exposure)’ 효과가 복합적으로 작용한다고 설명하였다. 하지만, 소와열구치면(pit and fissure surface) 우식예방에는 ‘치아맹출 전 섭취효과’가 주도적으로 작용하고, 평활면치면(smooth surface) 우식예방에는 ‘치아맹출 전 섭취효과’가 크게 작용할 뿐만 아니라 ‘치아맹출 후 섭취효과’도 같이 작용한다고 보고하였다. 11세 아동의 치아우식 95.7%가 소와열구치면에 발생한다고 보고한 Kim²⁷⁾의 연구결과를 참고하면, 우식예방을 위한 여러 가지 불소이용방법 중 수불사업이 가장 효과적인 수단이라고 생각할 수 있을 것이다.

Saliba 등²⁸⁾은 브라질에서 태생 후 줄곧 적정불소농도 음용수를 이용한 주민들에서 우식경험영구치지수가 대폭 감소하였고, 12세에서는 57.1%나 감소하였음을 보고하였다. Mahoney 등²⁹⁾은 호주 공군에 근무하고 있는 사람들을 대상으로 한 연구에서 생애 중에 수불사업 지역에서 50% 이상을 거주한 사람은 10% 미만 거주한 사람보다 우식경험영구치지수(DMFT)가 24% 감소하였음을 보고하였다. Do 등³⁰⁾과 Crocombe 등³¹⁾은 생애 중에서 수불사업 지역에서 산 기간의 비율이 높은 사람들이 낮은 사람들보다 우식경험영구치면지수(DMFS)가 적었음을 보고하였다.

우리나라 수불사업의 치아우식 예방효과도 여러 차례 보고되었는데^{15,32}, Lee 등³²은 2011년 보건복지부의 지원으로 진해시(현재 창원시 진해구), 서산시, 여주시, 강릉시 주문진읍의 수불사업 치아우식 예방효과 조사한 결과, 6세, 8세, 11세에서 영구치우식 예방효과는 차이 기준으로 40.66%로 추정되었다.

한편, 수불사업의 경제적 편익에 관해서도 보고가 잇따르고 있다. Kim 등³³은 11년간 진행된 진주시 수불사업에서 치아우식이 예방됨으로써 추산된 충치치료비 절약액이 사업 비용의 41.4배에 이른다고 보고하였다. Cho 등³⁴도 2003년부터 2013년까지 14년간 우리나라 국민건강보험 구강진료 기록을 분석하고 수불사업 지역과 비사업 지역을 비교한 결과, 수불사업 지역에서 비사업 지역보다 치과진료경험률이 적었고, 치료를 받은 사람도 치과진료횟수가 적었으며, 수불사업 기간이 길수록 지역사회 주민의 평균 치과진료비가 적었음을 보고하였다.

이렇게 수불사업의 긍정적 효과가 많이 보고되고 있음에도 수불사업의 안전성을 이해하지 못한 일부 사람들이 수불사업 위해론을 반복 제기함으로써, 2018년 12월 강원도 영월군 연곡 정수장을 마지막으로 수불사업은 모두 중단되었다¹². 수불사업의 안전성을 입증하는 여러 차례에 걸친 의과대학 예방의학 교수들의 보고³⁵가 있었음에도 불구하고 일부 소수가 위해론을 계속 주장함으로써 사업이 중단된 것이다. 이러한 안타까운 현실에서 장기간에 걸친 수불사업의 치아우식 예방효과를 보고한 본 연구는 수불사업 재추진에 대한 근거로 제시될 수 있을 것이며, 앞으로도 추가적 연구가 지속적으로 필요할 것이라 생각된다.

본 연구에서 10년 이상의 장기간의 시간경과에 따라 사회경제적 수준, 식이 등의 요인들의 변화가 치아우식 발생에 영향을 미칠 수 있지만, 개인 정보보호와 연구자원의 제약으로 조사 분석이 가능하지 못하였다. 그리고 출생은 다른 곳에서 하고 성장과정에 수불사업 지역인 합천읍으로 이주한 학생들을 사업군 아동에서 배제하지는 못하였다. 뿐만 아니라 합천군 합천읍 학생들을 전수조사하였으므로 연구방법에 맹검법을 사용할 수 없었다. 연구 사정이 나아진다면 사업군 학생들의 가정의 소득수준, 학부모들의 구강보건인식과 학력수준 등과 같은 치아우식발생에 관련되는 사회경제적 요인과 가정별 수돗물 이용 상태, 개인별 구강건강행동과 태도 등을 모두 조사하여 보정하면 더 정밀하게 수불사업의 효과를 분석할 수 있을 것으로 검토되었다. 하지만 이런 연구 한계에도 불구하고 이번 연구가 합천군 합천읍에서 18년간의 수불사업의 영구치 우식예방효과를 확인하고 사업수행의 타당성을 충분히 뒷받침하는 데에 기여할 수 있을 것으로 생각되었다.

결론

본 연구는 경상남도 합천군 합천읍에서 2000년부터 시행하고 있는 수돗물불소농도조정사업(이하 '수불사업')의 치아우식 예방효과를 평가하고자 수행되었다. 수불사업 전후 평가를 위하여 합천읍 초등학교와 중학교 재학생 2000년과 2018년 8세, 10세, 12세 각각 671명과 359명을 대상으로 구강검사를 시행하여 치면열구전색과 우식경험도를 조사하였다. 수불사업 전후 비교를 위하여 2000년 국민구강건강

실태조사와 2018년 아동구강건강실태조사에 참여한 전국 12세 학생 1,203명과 22,371명의 우식경험영구치지수를 대조군 자료로 활용하였으며 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 2000년과 2018년 합천읍에서 조사한 결과를 분석한 결과, 평균 치면열구전색치 지수는 2000년 2.24개, 2018년 1.38개였다. 12세에서는 2018년이 2000년보다 많았고, 10세와 12세에서는 2018년이 2000년보다 적었다.

2. 2000년과 2018년 합천읍의 치면열구전색치아 수로 보정한 우식경험영구치지수는 각각 1.82개, 0.53개였으며 모든 연령층에서 2018년이 2000년보다 적었다.

3. 2018년 합천읍 12세 우식경험영구치지수는 0.88개로 2000년 합천읍 12세 우식경험영구치지수인 3.03개보다 적었고, 통계적으로 유의하였다. 2018년 전국 학생 12세 우식경험영구치지수인 1.89개와 비교하였을 때 차이가 많이 났으며 통계적으로 유의하였다.

4. 치면열구전색치아 수로 보정한 수불사업 18년 경과 후 합천읍 내에서 예방률은 66.78%였으며, 2018년 전국과 합천읍 간 예방률은 68.78%였다.

수불사업은 치아우식 예방효과가 우수하고 지역이나 연령과 관계없이 동일한 혜택을 주는 지역사회 구강보건사업이므로 치아우식예방을 위하여 재추진될 필요가 있을 것으로 생각된다.

ORCID

Ji-Soo Kim, <https://orcid.org/0000-0003-1571-4762>

Min-Ji Byon, <https://orcid.org/0000-0003-0359-9234>

Eun-Joo Jun, <https://orcid.org/0000-0003-1604-8618>

Seung-Hwa Jeong, <https://orcid.org/0000-0001-5173-2859>

References

1. Padilha DM, Hilgert JB, Hugo FN, Bos AJ, Ferrucci L. Number of teeth and mortality risk in the Baltimore longitudinal study of aging. *J Gerontol* 2008;63:739-744.
2. Petersen PE, Kandelman D, Arpin S, Ogawa H. Global oral health of older people-call for public health action. *Community Dent Health* 2010;27 Suppl 2:S257-267.
3. Lee SK, Lee KW, Chang KW. Reasons for extracted permanent teeth in Korean population. *J Korean Acad Oral Health* 2001;25:139-163.
4. Health Insurance Review & Assessment Service. Medical Treatment Expense Statistics for the first half of 2019. Gangwon: Health Insurance Review & Assessment Service; 2019:1-13.
5. Health Insurance Review & Assessment Service. Medical Treatment Expense Statistics for the first half of 2018. Gangwon: Health Insurance Review & Assessment Service; 2018:1-192.
6. Moon HS, Paik DI, Horowitz AM, Kim JB. National survey of Korean dentists' knowledge and opinions: dental caries etiology and prevention. *J Public Health Dent* 1998;58:51-58.
7. Tahani B, Yadegarfar G, Ahmadi A. Knowledge, attitude, and practice of parents of 7-12-year-old children regarding fissure sealant therapy and professional fluoride therapy. *J Educ Health Promot* 2017;6:106.
8. Neenan EM, Easley MW, Ruiz M. Water fluoridation. In: Harris NO, Garcia-Godoy F. Primary preventive dentistry. 6th ed. New

- Jersey:Pearson Education Inc.:2004:45-72.
9. World Health Organization. Strategies and approaches in oral disease prevention and health promotion. [Internet]. [cited 2016. April 21]. Available from: http://www.who.int/oral_health/strategies/cont/en.
 10. Ministry of Health and Welfare. Guideline for Oral Health Program in 2004: Status of Water Fluoridation Program. Seoul:Ministry of Health and Welfare; 2003:70-72.
 11. Korea Health Promotion Institute. Status of Water Fluoridation Program in 2016. Seoul:Korea Health Promotion Institute;2016.
 12. Gunchinews. Community water fluoridation program [Internet]. [cited 2020 Nov 05]. Available from: <http://www.gunchinews.com/news/articleView.html?idxno=53208>.
 13. Ast DB, Fitzgerald B. Effectiveness of water fluoridation. J Am Dent Assoc 1962;65:581-585.
 14. Harding MA, O'Mullane DM. Water fluoridation and oral health. Acta Med Acad 2013;42:131-139.
 15. Kim JB, Paik DI, Moon HS, Song YE, Park DY. A study on the effect of water fluoridation in the Chungju city. J Korean Acad Oral Health 1992;16:505-521.
 16. Jung JI, Kim JE, Kim SY, Lee JH, Kim JB, Jeong SH. Caries-preventing effects of a suburban community water fluoridation program on permanent dentition after adjusting for the number of fissure-sealed teeth. J Korean Acad Oral Health 2016;40:61-68.
 17. 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.
 18. Ahn SH, You HY, Kim MJ, Han DH, Kim JB, Jeong SH. Caries preventive effect of permanent teeth using pit and fissure sealant program and community water fluoridation program. J Korean Acad Oral Health 2012;36:289-296.
 19. Ministry of Health and Welfare. National Oral Health Survey in 2012. Seoul:Ministry of Health and Welfare; 2013:64-94. 264-351.
 20. Ministry of Health and Welfare. Korea National Oral Health Survey in 2000. Seoul:Ministry of Health and Welfare;2001.
 21. Ministry of Health and Welfare. Korea National Children's Oral Health Survey in 2018. Sejong:Ministry of Health and Welfare;2018:3,25-77,124-127.
 22. World Health Organization. Oral Health Surveys. 4th ed. Geneva: World Health Organization;1997:21-52.
 23. Choi JS, Ma DS, Jung SH, Cho EP, Park DY. Changes in the amount of pit and fissure sealants supplied in Korea after inclusion in the National Health Insurance coverage. J Korean Acad Oral Health 2015;39:69-77.
 24. Groeneveld A, Van Eck AA, Backer Dirks O. Fluoride in caries prevention: is the effect pre- or post-eruptive? J Dent Res 1990;69(Spec):751-755.
 25. Newbrun E. Systemic benefits of fluoride and fluoridations. J Public Health Dent 2004;64(Spec):35-39.
 26. Singh KA, Spencer AJ. Relative effects of pre- and post-eruption water fluoride on caries experience by surface type of permanent first molars. Community Dent Oral Epidemiol. 2004;32:435-446.
 27. Kim JB. A study on the children's dental caries of permanent teeth in rural area. J Korean Acad Oral Health 1991;15:196-206.
 28. Saliba NA, Moimaz SA, Casotti CA, Pagliari AV. Dental caries of lifetime residents in Baixo Guandu, Brazil, fluoridated since 1953—a brief communication. J Public Health Dent 2008;68:119-121.
 29. Mahoney G, Slade GD, Kitchener S, Barnett A. Lifetime fluoridation exposure and dental caries experience in a military population. Community Dent Oral Epidemiol 2008;36:485-492.
 30. 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.
 31. Crocombe LA, Brennan DS, Slade GD, Stewart JF, Spencer AJ. The effect of lifetime fluoridation exposure on dental caries experience of younger rural adults. Aust Dent J 2015;60:30-37.
 32. Lee HS, Chang KW, Kim JB, Kim DG, Kim KS, Park DY, et al. The effectiveness of community water fluoridation in Korea. Seoul:Korea Health Promotion Institute;2011:29-42.
 33. 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;38:118-128.
 34. 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.
 35. Hwang SS, Yoo MS, Lee WJ, Lee KS, Son HJ, Jung SY, et al. Study on safety evaluation of fluoride concentration in tap water. Incheon:Inha University;2014:9-11.