

원저

대한구강보건학회지 : 제 31권 제 2호, 2007
J Korean Acad Dent Health Vol. 31, No. 2, 2007

대도시 수돗물불소농도조정사업의 유치우식증 예방효과-울산광역시와 부산광역시 비교

진익준¹, 김동현¹, 이선미¹, 이승욱², 배광학³, 김진범¹¹부산대학교 치과대학 예방치과학교실²서울대학교 보건대학원 보건학과³서울대학교 치과대학 예방치학교실

색 인 : 수돗물불소농도조정사업, 유치우식경험자율, 우식경험유치지수, 치아우식예방

1. 서 론

일생동안의 구강건강은 유아기부터 시작한다. 유치는 저작기능과 발음기능 및 미화기능 이외에도 계승영구치가 맹출하기 위한 자리를 유지하고 정상적인 악골발육을 돕는 기능을 하고 있다. 유치가 계승영구치와 교환하는 시기까지 건강하게 제 기능을 다하도록 하기 위해서는 맹출할 때부터 우식증이 발생되지 않도록 철저히 관리하여야 할 필요가 있다. 그러나 유치를 영구치가 맹출하기 전까지 일시적으로 사용하는 치아로 생각하여 유치우식증을 경시하는 경향이 있다. 우리나라 5세아동 유치우식경험률로 보건복지부가 주관한 국민구강건강실태조사에서는 2000년 83.29%¹⁾, 2003년 77.30%²⁾으로 보고하였다.

Holt³⁾는 1995년 영국의 5세아동 유치우식경험률

이 37%, Kaste 등⁴⁾은 1988년부터 1991년까지 미국에서 실시된 제3차 국민건강과 영양실태조사(The Third National Health and Nutrition Examination Survey-Phase 1)에서 2세부터 9세까지 아동의 60%가 유치열에 우식경험이 없었다고 보고하였다. 따라서 영국과 미국의 유치건강실태와 비교하면 우리나라 아동의 유치건강은 심각하게 나쁜 상태에 있으며, 영구치의 건강에까지 상당히 나쁜 영향을 미칠 것으로 생각된다.

치아우식증을 예방하는 데에 기본적인 방법으로 거론되는 것은 잇솔질로서 치면세균막을 제거하는 것이다. 그러나 교합면과 협·설면의 소와열구 부위는 잇솔강모가 잘 들어가지 못할 정도로 좁아서 치면세균막을 효과적으로 제거하기 힘들뿐만 아니라, 타액의 완충작용이 미치기도 어려워서 잇솔질만으

연락처 : 김진범. 우 602-739 부산광역시 서구 아미동 1가 10 부산대학교 치과대학 예방치과학교실
전화 : (051) 240-7819 전송 : (051) 245-8237 e-mail : jbonkim@pusan.ac.kr

본 연구는 보건복지부 구강보건사업기술지원단의 지원으로 수행되었음.

본 연구의 일부는 2006년 국제치과연구학회 종합학술대회(호주 Brisbane, 2006. 6. 28-7. 1.)에서 발표되었음.

로 완벽하게 치아우식증을 예방할 수가 없다⁵⁾. 근래에는 효과적인 우식예방수단으로 불소와 치면열구 전색의 활용에 중점을 두고 있다^{6,7)}.

치아우식예방을 위한 불소활용법 중에서 안전하고, 경제적이며, 실용성이 높고, 예방효과를 가장 크게 거둘 수 있는 수돗물불소농도조정사업(수불사업)을 우선적으로 고려할 수 있다⁷⁾. 1945년 미국의 Grand Rapids와 Newburg 및 캐나다의 Brandtfort에서 수불사업이 처음으로 시작되었다⁸⁻¹⁰⁾. Davis¹¹⁾, Dossel¹²⁾ 및 Spencer¹³⁾는 수불사업의 비용과 편익을 조사 분석하여 경제적인 편익이 비용을 넘어서는 사업이라고 보고하였다.

세계보건기구 전문가위원회는 각국 정부에 수불사업 실행을 권고하는 보고서를 1958년 이래 여러 차례 발간하였다^{14,15)}. 수불사업은 세계적으로 60여 개국에서 시행되어 4억 5백만명 이상이 혜택을 보고 있으며^{16,17)}, 미국 인구의 67.3%가 혜택을 받고 있다^{16,18)}. 아일랜드에서는 1960년에 모든 정수장에서 수불사업을 의무적으로 시행하도록 하는 '수돗물불소농도조정법'을 제정하여 1964년부터 정수장마다 적정수준으로 불화물을 첨가하고 있으며, 2002년에는 전 국민 중 73%가 불소가 적정농도로 조정된 수돗물을 공급받고 있다¹⁹⁾.

수불사업은 영구치 뿐만 아니라 유치의 우식증 예방에서도 상당한 성과가 보고되고 있다. 홍콩에서는 수불사업 시행 19년만에 유치우식증이 56.0%나 감소하였고²⁰⁾, 베트남 호치민시와 브라질에서도 수불사업으로 유치우식증이 감소하였다^{21,22)}.

우리나라의 수불사업은 1981년 경남 진해시에서 처음 시행된 이래, 전국적으로 확대되었다^{23,24)}. 울산광역시는 인구가 109만명으로서, 1999년부터 회야정수장에서 치아우식증 예방에 적합한 정도로 불소농도를 조정하여 공급하고 있으며, 2005년 현재 수불사업을 실시하고 있는 회야정수장의 급수인구는 583,257명(2004년 주민등록인구)이다^{25,26)}.

울산광역시는 현재 우리나라에서 광역시 이상의 대도시 중에서는 유일하게 수불사업을 실시하고 있다. 울산광역시 회야정수장에서는 1999년부터 수돗물에 불소를 첨가하기 시작하여 2005년 현재 6년이 경과하고 있다²⁷⁾.

울산광역시의 수불사업은 철저한 시민자치에 의거하여 시행되었다²⁷⁾. 1996년 6월 5일 시민단체인 울산참여자치연대가 울산광역시의회 보사환경위원회에서 수불사업에 대하여 설명하였고, 1997년 5월 21일에는 울산광역시치과의사회와 울산참여자치연대가 울산광역시의회에 수불사업 시행을 청원하였으며, 시의회 보사환경위원회에서 심의한 결과, 수불사업의 필요성이 있다고 판단하여 본회의에 의결을 요구하였다. 1997년 5월 28일에는 시의회 본회의에서 수불사업 청원서를 가결함에 따라 울산광역시는 1997년 10월 30일 보건복지부에 수불사업을 위한 국비지원을 신청하였고, 1998년 1월 1일에는 울산광역시에서 자체부담하여야 할 사업비 8억원을 일반회계로서 확보하였으며, 1998년 4월 8일에는 국비 9천 6백만원 지원이 확정되었다. 1998년 3월 수불사업 불화물첨가시설 공사 사업자를 선정하여 공사를 시작하였으며, 시설공사 완료에 따라 1998년 9월 1일 적정농도로 조정된 수돗물을 공급하기 시작하였다. 울산광역시 수돗물의 적정불소농도도 보건복지부의 지침에 따라 0.8 ppm으로 결정되었다.

한편, 보건복지부에서는 초등학교 학생들의 영구치우식예방을 위해서 수불사업 이외에도 불소용액 양치사업, 열구전색사업 등을 개발하여 적극적으로 사업을 펼치고 있으나, 유치우식증 예방에는 수불사업 이외에 별다른 사업이 개발되지 못하고 있다. 이제까지 우리나라에서는 수불사업으로 거둔 영구치우식증 예방효과에 대해서는 상당수의 보고가 있으나^{28,29)}, 수불사업으로 얻어진 유치우식증 예방효과에 대해서는 보고된 바가 없다. 그러므로 어린이집과 유치원 아동들을 중심으로 수불사업의 유치우식

중 예방효과를 평가하는 것은 사업을 건설하게 발전하도록 하는 데에 크게 기여할 것으로 생각되었다. 따라서 구강검사자료로 울산광역시에서 1999년부터 2005년까지 실시한 수불사업으로 얻어진 유치우식증 예방효과를 조사 분석한 결과를 보고한다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 연구대상

2.1.1. 사업군 표본선정

불소농도가 적정수준으로 조정된 수돗물이 공급되는 지역에 위치한 어린이집과 유치원의 아동들을 사업군 구강검사대상자로 선정하였다.

울산광역시 중 수불사업을 하고 있는 회야정수장에서 생산한 수돗물이 주로 공급되는 지역은 울산광역시 남구이었으며, 다른 지역은 수불사업이 실시되고 있지 않는 천상정수장에서 생산하는 수돗물만 공급되거나 회야정수장 수돗물과 혼합 공급되고 있다²⁷⁾. 따라서, 울산광역시 남구 어린이집과 유치원에 재학 중인 아동을 조사대상으로 하였다. 조사대상 어린이집과 유치원은 경제적인 요인을 감안하여 울산광역시 남구보건소의 협력을 얻어 집락추출법으로 선정하였다. 경제적으로 비교적 부유할 것으로 추정되는 아파트단지와 경제적으로 중간 정도 및 하층에 속할 것으로 추정되는 단독주택지에 위치한 어린이집과 유치원이 조사 대상에 포함되도록 하여 집락추출법으로 어린이집과 유치원 155개소 중에서 14개소를 평가대상 사업군으로 선정하였다. 그 결과 선정된 조사대상 3-5세 아동수는 914명이었다.

2.1.2. 대조군 표본선정

부산광역시에서 울산광역시 남구와 인구사회적 측면에서 대등한 입장에 있는 지역을 비교지역으로 선정하기로 하였다. 우선 어린이집·유치원 아동을 대상으로 하는 것이기 때문에 동등한 수준의 유아들

이 거주하는 지역을 선정대상으로하기로 하였다. 이를 위하여 출생아수를 가장 기본적인 변수로 하고 출생률을 기준 변수로 하였다. 관련통계는 통계청에서 발행한 '2003년 시군구 주요통계지표' 자료를 활용하였다²⁸⁾. 출생아수를 기본적인 변수로 취한 것은 동일한 수준의 구강보건사업이 가능하기 위해서는 유아 인구가 서로 유사한 것이 바람직하기 때문이다. 하지만, 유아 인구는 아주 등으로 변동을 하기 때문에 연간 출생아수가 간접지표로 활용될 수 있다.

울산광역시 남구가 기준지역이므로 동 지역의 출생건수, 혼인건수 등의 인구구성지표를 기초로 하여 부산광역시에서 사하구, 해운대구, 부산진구 등 3개 지역을 1차 선정하였다.

다음으로 경제 수준의 평가를 위하여 울산광역시 남구의 재정자립도와 보육시설 및 의료기관수를 기초로 하여 부산광역시에서 가장 유사하다고 판단되는 곳을 선정하되 조사의 편의성과 생활환경의 유사성 등을 고려하여 검토하였다. 그 결과, 부산광역시에서는 해운대구가 가장 울산광역시 남구와 가장 유사하다고 판단되었다.

대조군 어린이집·유치원은 경제적인 요인을 감안하여 부산광역시 해운대구보건소의 협력을 얻어 집락추출법으로 선정하였다. 경제적으로 비교적 부유할 것으로 추정되는 대형아파트단지와 경제적으로 중간 정도 및 하층에 속할 것으로 추정되는 다세대주택 밀집지에 위치한 어린이집·유치원이 조사 대상에 포함되도록 하였고, 어린이집·유치원 170개소 중에서 12개소를 대조군으로 선정하였다. 그 결과 선정된 대조군 3-5세 아동수는 980명이었다.

2.2. 연구방법

2.2.1. 구강검사

구강검사는 2003년 국민구강건강실태조사에 참여하였던 치의사 2인이 실시하였다. 치아우식증 검

표 1. 조사지역 선정에 위한 각종 지표 비교*

지역	울산 남구	부산 해운대구
상주인구	318,488	388,833
출생아수	3,645	3,482
출생률(%)	11.44	8.96
혼인건수	2,108	2,081
혼인율(%)	6.60	5.34
유치원아율(%)	17.73	11.40
보육시설수	155	170
의료기관수	369	357
재정자립도(%)	45.8	44.0

* 통계청, 2003년 시군구 주요통계지표

표 2. 조사대상자의 연령별 분포

연령(세)	전체	사업군	대조군
전체	1,894	914	980
3	549	312	237
4	738	355	383
5	607	247	360

사업군: 울산광역시 남구 아동, 대조군: 부산광역시 해운대구 아동

사기준을 일치하도록 하기 위하여 검사자간 일치훈련을 실시하고, kappa치로서 검사자간 검사신뢰도가 0.8을 상회하도록 한 다음에 구강검사를 실시하였다.

세계보건기구³¹⁾가 제시한 기준에 의하여 양호한 자연광 아래에서 평면치경으로 치아를 검사하여 치아우식실태와 치면열구전색 실태를 조사하였다. 울산광역시 남구보건소와 부산광역시 해운대구보건소의 협조를 받아 표본으로 선정된 어린이집·유치원의 구강검사에 대한 승인을 얻었으며, 2005년 7-8월 어린이집·유치원에서 구강검사를 실시하였다. 구강검사에는 기록요원이 동행하여 검사자가 구술하는 결과를 기록하였으며, 편성요원은 담임교사와 협조 및 검사과정의 질서유지 등의 실무를 담당하였다.

2.2.2. 자료처리 분석

구강검사 결과를 각기 구분하여 입력한 후, SPSS 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 유치우식경

험자율(df rate), 우식경험유치지수(dft index), 우식경험유치면지수(dfs index) 등의 구강건강지표를 산출한 다음, 사업군과 대조군을 비교하여 유치우식경험자율(df rate)의 감소치와 아울러, 우식경험유치지수 및 우식경험유치면지수의 차이로서 수불사업의 유치우식예방효과를 분석하였다. 사업군과 대조군의 집단별 차이의 유의성 여부는 카이제곱검정법과 독립 두집단간 t-검정법으로 검정하였으며, 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로서 판정하였다.

3. 연구성적

3.1. 유치우식경험자율

유치우식경험자율은 사업군 아동 3-5세 모든 연령에서 대조군 아동보다 낮았다($p < 0.001$)(표 3).

3.2. 유치우식유병자율

유치우식유병자율은 사업군 아동 3-5세 모든 연령에서 대조군 아동보다 낮았다($p < 0.001$)(표 4).

표 3. 사업군과 대조군의 연령별 유치우식경험자율 및 차이

연령(세)	유치우식경험자율(%)		차이(%)*	p값**
	사업군	대조군		
3	27.2	46.4	19.2	< 0.001
4	43.1	58.5	15.4	< 0.001
5	61.5	75.3	13.8	< 0.001

*차이(%) = 대조군 유치우식경험자율-사업군 유치우식경험자율

**카이제곱검정법으로 계산함

표 4. 사업군과 대조군의 연령별 유치우식유병자율 및 차이

연령(세)	유치우식유병자율(%)		차이(%)*	p값**
	사업군	대조군		
3	21.5	33.8	12.3	0.001
4	29.3	39.9	10.6	0.002
5	39.3	50.0	10.7	0.009

*차이(%) = 대조군 유치우식유병자율-사업군 유치우식유병자율

**카이제곱검정법으로 계산함

표 5. 사업군과 대조군의 연령별 우식경험유치지수

연령(세)	우식경험유치지수*		p값**
	사업군	대조군	
3	0.87(1.85)	1.54(2.35)	< 0.001
4	1.67(2.58)	2.76(3.27)	< 0.001
5	2.72(3.02)	4.12(3.58)	< 0.001

*평균(표준편차)

**독립 두집단간 t-검정법으로 계산함

표 6. 사업군과 대조군의 연령별 우식경험유치면지수

연령(세)	우식경험유치면지수*		p값**
	사업군	대조군	
3	1.37(3.35)	3.29(6.67)	< 0.001
4	3.61(7.03)	6.11(9.17)	< 0.001
5	5.99(9.47)	9.78(11.07)	< 0.001

*평균(표준편차),

**독립 두집단간 t-검정법으로 계산함

3.3. 우식경험유치지수

우식경험유치지수는 사업군 아동 3-5세 모든 연령에서 대조군 아동보다 낮았다($p < 0.001$)(표 5).

3.4. 우식경험유치면지수

우식경험유치면지수는 사업군 아동 3-5세 모든 연령에서 대조군 아동보다 낮았다($p < 0.001$)(표 6).

3.5. 우식경험유치지수 중 충전유치지수의 비율

우식경험유치지수 중 충전유치지수의 비율은 사업군과 대조군 아동 3-5세 모든 연령에서 유의한 차이가 없었다(표 7).

3.6. 수불사업의 유치우식예방률

3.6.1. 우식경험유치지수의 차이로써 계산한 유치우식예방률

표 7. 사업군과 대조군의 연령별 우식경험유치 중 충전유치의 비율

연령(세)	충전유치율(%)*		p값**
	사업군	대조군	
3	32.6(42.4)	41.4(43.2)	0.161
4	53.8(41.8)	58.3(39.3)	0.202
5	57.4(40.9)	63.2(35.7)	0.145

* 평균(표준편차)

** 독립 두집단간 t-검정법으로 계산함

표 8. 사업군과 대조군 간 우식경험유치지수의 차이 및 유치우식예방률

연령(세)	우식경험유치지수*		차이(C)**	예방률(%)†
	사업군(A)	대조군(B)		
3	0.87	1.54	0.67	43.5
4	1.67	2.76	1.09	36.2
5	2.72	4.12	1.40	4.0

* 평균(표준편차)

** 차이(C)=B-A

† 예방률(%) = C ÷ B × 100

표 9. 사업군과 대조군 간 우식경험유치면지수의 차이 및 유치우식예방률

연령(세)	우식경험유치면지수*		차이(C)**	예방률(%)†
	사업군(A)	대조군(B)		
3	1.37	3.29	1.92	58.4
4	3.61	6.11	2.50	40.9
5	5.99	9.78	3.79	38.8

* 평균(표준편차)

** 차이(C)=B-A

† 예방률(%) = C ÷ B × 100

사업군과 대조군 아동 간 우식경험유치지수의 차이로서 계산한 연령별 유치우식예방률은 34.0%에서 43.5%로 산출되었다(표 8).

3.6.2. 우식경험유치면지수의 차이로서 계산한 유치면우식예방률

연구군과 대조군 아동 간 우식경험유치지수의 차이로서 계산한 유치면우식예방률은 3세, 4세 5세에서 각각 58.4%, 40.9%, 38.8%로 산출되었다.

4. 고 안

유치우식증을 예방하기 위해서는 감미식품 섭취를 절제하는 것과 같이 당사자 가정의 노력도 중요

하지만 개별적인 노력만으로 구강건강을 개선하는데에는 한계가 있다. 지역사회 구강보건사업을 실시하여 유치우식증을 예방하려는 노력이 활발히 진행되고 있다^{32,33)}.

저자들은 울산광역시에서 1999년부터 시작하여 6년이 경과하는 수불사업으로 거둔 우식예방효과를 측정할 목적으로 울산광역시 남구 어린이집·유치원 3-5세 아동들을 사업군으로, 부산광역시 해운대구 어린이집·유치원 3-5세 아동들을 대조군으로 선정하여 유치 건강실태를 조사하여 비교 분석하였다.

유치우식경험자율과 유치우식유병자율은 3-5세 모든 연령에서 대조군 아동보다 낮았고(p < 0.001). 2003년 국민구강건강실태조사²⁾에서 대도시의 유치

우식경험자율과 유치우식유병자율보다도 낮은 수준으로 평가되었다.

본 연구에서 사업군과 대조군의 우식경험유치 중 중전영구치의 비율에서 유의한 차이가 없었기 때문에 사업군과 대조군의 경제상태 차이가 치아건강에 큰 영향을 미칠 가능성을 배제할 수 있었다.

홍콩에서는 1961년 수불사업을 시작한 후 1987년 평가한 결과, 유치우식무경험자율이 3%이던 것이 33%로 증가하였다^{34,35}. 홍콩에서 수불사업 시작 전 해인 1960년 6-11세 아동의 유치우식경험자율은 84.2%이었지만, 사업 시행 19년이 경과한 1980년에는 66.1%로 감소하였다²⁰. 베트남 호치민시에서는 수불사업을 시작한 1990년 유치우식경험자율이 3세에서 83.5%이었던 것이 수불사업 3년 후인 1993년에는 74.8%로 감소하였다²¹.

우식경험유치지수와 우식경험유치면지수는 사업군 3-5세 모든 연령에서 대조군 아동보다 낮았고($p < 0.001$), 2003년 국민구강건강실태조사²⁾에서 전국 대도시의 우식경험유치지수와 우식경험유치면지수보다 낮은 수준으로 평가되었다. 이러한 결과는 울산광역시에서 1999년부터 실시해 온 수불사업의 효과라고 생각되었다.

사업군과 대조군 아동 간에서 우식경험유치지수의 차이로서 계산한 유치우식예방률은 3세, 4세 5세에서 각각 43.5%, 36.2%, 34.0%로 산출되었고, 우식경험유치면지수의 차이로서 계산한 유치우식예방률은 3세, 4세 5세에서 각각 58.4%, 40.9%, 38.8%로 산출되었다.

김 등²⁹⁾은 2004년 수불사업 지역인 진주시 아동들의 우식경험영구치지수를 조사하고, 2003년 전국 구강건강실태조사 대상지역 중 비수불사업 지역 14개 중소도시와 비교하여 영구치우식예방률이 12세에서 41.8%이었다고 보고한 바가 있다. 사업군에서 우식경험유치지수의 차이로서 계산한 유치우식예방률이 34.0%에서 43.5%로 산출된 것은 수불사업

이 영구치 못지않게 유치에서도 우식예방효과를 나타내는 증거로 평가되었다.

홍콩에서 수불사업 시작 전 해인 1960년 6-11세 아동의 우식경험유치지수는 6.38개이었지만, 사업 시행 19년이 경과한 1980년에는 2.81개로 감소하여 56.0%의 유치우식예방률을 보였다²⁰. Tagliaferro 등²²⁾은 브라질에서 수불사업을 하는 지역과 하지 않는 지역을 비교한 결과, 수불사업을 하는 지역에서 비사업지역보다 우식경험유치지수가 낮았다고 보고하였다. Attwood와 Blinkhorn³⁶⁾은 스코틀란드에서 1983년까지 수불사업을 한 지역의 우식경험유치지수가 수불사업을 하지 않은 지역에 비교하여 1980년에는 69% 적었으나, 수불사업 중단 3년후인 1986년에 52% 적어서 여전히 수불사업의 잔여효과가 남아 있었다고 보고하였다. Gillcrisist 등³²⁾은 미국 Tennessee주 수불사업 지역 초등학교 아동들에서 우식경험유치면지수(dfs)가 21% 적었다고 보고하였다. Dini 등³⁷⁾은 브라질에서 1963년 수불사업을 시작한 지역과 1994년 수불사업을 시작한 지역에서 1995-1996년 구강검사를 한 결과, 3-4세 아동에서 장기간 수불사업을 한 지역에서는 3분의 1정도, 1994년 수불사업 시작지역에서는 아동들 중 58%가 유치우식증을 가지고 있었다고 보고하였다. 또한, Dini 등³⁵⁾은 브라질에서 10년 이상 수불사업을 한 지역에서는 3-6세 아동 유치우식증이 유구치에만 국한되었으나, 최근에 수불사업을 시작한 지역의 아동들은 유구치 이외에도 유전치에도 우식증이 많이 발생되어 있다고 보고하였다.

따라서, 울산광역시에서 수불사업으로 얻어진 유치우식예방효과는 외국의 사례에도 못지 않는 우수한 수준으로 평가되었다.

아일랜드와 미국에서 근래에 치아우식증이 눈에 띄게 감소한 것은 수불사업이 전국적으로 확대된 데에 힘입은 바가 가장 컸다^{19,38)}. 따라서 울산광역시에서 수불사업을 하는 것은 아동들의 치아우식증을 예

방할 수 있는 적절한 조치라고 평가된다.

김 등³⁹⁾은 울산광역시 북구 초등학교와 중학생 및 성인들의 불소함유세치제 사용자율을 조사하고, 불소함유세치제 사용자율이 초등학교에서 97.9%, 중학교에서 97.2%로 보고한 바 있다. 대조군으로 선정된 부산광역시 해운대구 시민들의 불소함유세치제 사용자율을 조사하지 못했으나 울산과 인접지역으로서 생활모습에서 큰 차이가 없는 만큼 부산광역시 시민들에서도 불소함유세치제 사용자율은 울산광역시와 비슷할 것으로 추정된다.

불소함유세치제를 사용할 경우, 우식예방효과는 25% 정도로 보고되고 있다⁴⁵⁾. 따라서, 사업군은 물론 대조군에서도 불소함유세치제의 사용이 보편화됨에 따라 희석효과(dilution effect)로서 수불사업 지역의 우식예방효과가 실제보다 적게 산출되는 현상이 나타나고 있다⁴⁶⁾. 그러나 수불사업 지역에서 불소가 함유된 식수로 제조된 가공식품과 음료수가 수불사업을 하지 않는 인접지역에서 소비되는 확산효과(diffusion effect)도 나타날 수 있다⁴⁶⁾. 이러한 희석효과와 확산효과로 인해서 울산광역시 수불사업의 우식예방효과가 1950년대 미국의 사례보고보다 적은 것으로 보이지만⁴⁶⁾, 수불사업을 중단하였을 때 치아우식증 발생이 다시 증가한 여러 도시의 경험에 비추어 수불사업은 지속되어야 한다^{41,42)}. Newbrun⁴³⁾은 여러 연구문헌들을 종합하여 검토한 결과, 수불사업의 유치우식예방효과는 30-60%로 보고하였다.

우식경험유치 중 충전유치의 비율은 사업군과 대조군 3-5세 모든 연령에서 유의한 차이가 없었다. 이것은 유치우식증 발생에 관련이 큰 학부모 경제수준과 구강보건의식에서 사업군과 대조군 간에 큰 차이가 없으며, 수불사업 우식증 예방효과를 측정하는데 대조군이 적정하게 선정된 것을 나타내는 지표로 생각되었다. 따라서 사업군과 대조군 3-5세 아동들에서 우식경험유치지수와 우식경험유치면지수의 차이는 수불사업으로 얻어진 성과라고 평가할 수 있

다. 그러므로 울산광역시는 시민들의 치아우식증을 예방하기 위하여 현재의 불소농도로 수불사업을 장래에도 지속적으로 실시하는 것이 바람직하다고 생각된다.

본 연구에서 수불사업 이외에 유치우식증 발생에 관계되는 요인에서 사업군과 가능한 한 큰 차이가 없는 지역 아동들을 대조군으로 선정하고자 노력하였으나, 수불사업 이외의 유치우식증 관련 모든 요인이 동일할 것으로 간주할 수는 없다고 생각된다. 또한, 사업군 대상아동이 다니고 있는 어린이집 모두가 불소가 적정농도로 조정된 수돗물로 조리한 음식으로 급식하고 있음을 확인하였으나, 사업군 대상별로 가정에서 적정불소농도 수돗물을 음용하는지와 수돗물로 조리된 음식을 먹는지는 조사하지 못하였다. 또한, 연구자원의 제약으로 말미암아 우식경험유치를 조사하는 데에 전적으로 자연광에 의지하여 조사함으로써 일부 부정확한 판단을 했을 가능성을 배제할 수 없었다. 이러한 여러 제한점에도 불구하고, 본 연구 결과는 우리나라 대도시의 수불사업이 유치우식증 예방에 효과적이라는 것을 제시하는 데에는 충분한 가치가 있을 것으로 판단되었다.

그리고, 유치우식예방효과 뿐만 아니라 영구치우식예방효과 측정을 위하여서도 수불사업 성과 평가에 관한 연구가 계속적으로 필요할 것으로 생각된다.

5. 결 론

본 연구는 울산광역시에서 1999년부터 6년간 실시하고 있는 수돗물불소농도조정사업(수불사업)의 유치우식예방효과를 평가할 목적으로 수행되었다. 울산광역시 남구 3-5세 아동 914명을 사업군으로, 부산광역시 해운대구 3-5세 아동 980명을 대조군으로 구강검사를 실시하여 유치우식경험자율, 우식경험유치지수, 우식경험유치면지수 등을 분석한 다

음, 울산광역시와 대조군을 비교하여 수불사업으로
기둔 유치우식예방효과를 산출하였다. 본 연구에서
얻어진 중요한 결과는 다음과 같다.

1. 유치우식경험자율은 울산광역시 아동이 부산광역시 아동보다 낮았다.
2. 우식경험유치지수와 우식경험유치면지수는 울산광역시 아동이 부산광역시 아동보다 낮았다.
3. 사업군과 대조군의 우식경험유치지수를 기준으로 산출한 울산광역시 수불사업의 유치우식예방

률은 34.0-43.5%이었다.

4. 사업군과 대조군의 우식경험유치면지수를 기준으로 산출한 울산광역시 수불사업의 유치면우식 예방률은 38.8-58.4%이었다.

울산광역시에서 실시하고 있는 수불사업은 아동들의 치아우식증 예방에 대단히 효과적이라고 평가되었으며, 주민들의 지지를 받고 있으므로 부산광역시 등의 대도시에서도 시행할 필요가 있다.

참고문헌

1. 보건복지부. 2000년 국민구강건강실태조사. 서울:보건복지부;2001:43-56.
2. 보건복지부. 2003년 국민구강건강실태조사. V. 요약본. 서울:보건복지부;2004:40-58, 127-200.
3. Holt RD. The pattern of caries in a group of 5-year-old children and in the same cohort at 9 years of age. *Community Dent Health* 1995;12(2):93-99.
4. Kaste LM, Selwitz RH, Oldakowski RJ, Brunelle JA, Winn DM, Brown LJ. Coronal caries in the primary and permanent dentition of children and adolescents 1-17 years of age: United States, 1988-1991. *J Dent Res* 1996;75(Spec No):631-641.
5. Garcia-Godoy F, Harris NO, Helm DM. Pit and fissure sealants. In: Harris NO, Garcia-Godoy F, eds. *Primary preventive dentistry*. 6th ed. Upper Saddle River:Appleton & Lange;2004:285-318.
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(1):51-58.
7. World Health Organization. Prevention methods and programmes for oral diseases: methods for preventing dental caries. Geneva:World Health Organization, Technical Report Series 1984;713:6-20.
8. Crawford PR. Fifty years of fluoridation. *J Can Dent Assoc* 1995;61(7):585-588.
9. Kargul B, Caglar E, Tanboga I. History of water fluoridation. *J Clin Pediatr Dent* 2003;27(3):213-218.
10. Arnold FA, Likins RC, Russel AL, Scott DB. Fifteenth year of the Grand Rapids fluoridation study. *J Am Dent Assoc* 1962;65(5):780-785.
11. Davis GN. Cost and benefit in fluoride in the prevention of dental caries. Geneva:World Health Organization;1974:2-17.
12. Dossel DP. Cost-benefit analysis of water fluoridation in Townsville, Australia. *Community Dent Oral Epidemiol* 1985;13(1):19-22.
13. Spencer AJ. Contribution of fluoride vehicles to change in caries severity in Australian adolescents. *Community Dent Oral Epidemiol* 1986;14(5):238-241.
14. World Health Organization. Expert committee on water fluoridation: first report. Geneva:World Health Organization, Technical Report Series 1958;146:3-21.
15. 김진범, 김종배, 장기완. 불소와 구강건강. 서울:고문사, 세계보건기구 기술보고서 연작 1994;846:19-25, 33-37, 44-46.
16. American Dental Association. Fluoridation facts. Chicago:American Dental Association;2005:9,54.
17. The British Fluoridation Society, The UK Public Health Association, The British Dental Association, The Faculty of Public Health of the Royal College of Physicians. One in a million - the facts about water fluoridation. Manchester, England;2004. [online] <http://www.bfsweb.org/onemillion.html> Assessed 2005. 5. 23.
18. National Oral Health Surveillance System. Water supply statistics 2002. [online] <http://www.cdc.gov/nohss/FSSupplyStats.html> Assessed 2005. 4. 18.
19. Clarkson J, McLoughlin J, O'Hickey S. Water fluoridation in Ireland: a success story. *J Dent Res* 2003;82(5):334-337.
20. Medical and Health Department, Hong Kong. Notes on fluoridation of water supplies in Hong Kong. 1986.
21. Ngugen TTH. The experiences of water fluoridation in Ho Chi Minh City, Viet Nam. 수돗물불소농도조정사업 국제심

- 포지업; 2005. 9. 9.; 서울, 대한민국; 2005.
22. Tagliaferro EP, Cypriano S, de Sousa Mda L, Wada RS. Caries experience among schoolchildren in relation to community fluoridation status and town size. *Acta Odontol Scand.* 2004;62(3):124-128.
 23. Taura K, Haresaku S, Yamamoto T, Namikoshi T, Tagai R, Taguchi N, et al. An approach to oral health promotion in Korea: a proposal for oral health of Japan in near future; from oral health act and 20th anniversary or adjusted water fluoridation in community. *J Dent Health* 2002;52(3):168-174.
 24. 김진범. 수돗물불소화사업의 개발 전망. 월간치과연구 2004;55(4):21-29.
 25. 울산광역시. 울산 구·군별 세대 및 인구. 시정정보/시정자료실/통계정보/주민등록인구통계. [online] <http://www.ulsan.go.kr/cityguide/data/> 검색 2005. 12. 9.
 26. 울산광역시상수도본부. 통계자료. [online] <http://water.ulsan.kr/data/supply/> 검색 2005. 12. 9.
 27. 울산광역시 상수도본부 회야정수사업소. 회야정수장 상수도 불소화사업 현황. 내부자료, 2000.
 28. 송연희, 문혁수, 백대일, 김종배. 도시관급수불화사업의 치아우식증예방효과에 관한 조사연구. 서울치대논문집 1998; 22(2):268-295.
 29. 김대영, 김병재, 이선미, 배광학, 강남이, 김진범. 진주시 수돗물불소농도조정사업 6년간 후의 치아우식예방 효과평가. 대한구강보건학회지 2006;30(3):347-359.
 30. 통계청. 2003년 시군구 주요통계지표. 서울:통계청; 2004: 144-145, 590-591, 650-652, 770-771.
 31. 장기완, 김진범. 세계보건기구가 권장하는 구강건강조사법. 서울:고문사;2000:50-58.
 32. Gillcris JA, Brumley DE, Blackford JU. Community fluoridation status and caries experience in children. *J Public Health Dent* 2001;61(3):168-171.
 33. Dini EL, Holt RD, Bedi R. Comparison of two indices of caries patterns in 3-6 year old Brazilian children from areas with different fluoridation histories. *Int Dent J* 1998; 48(4):378-385.
 34. Evans RW, Lo EC, Lind OP. Changes in dental health in Hong Kong after 25 years of water fluoridation. *Community Dent Health* 1987;4(4):383-394.
 35. Chiu GK, Davies WI. The historical development of dentistry in Hong Kong. *Hong Kong Med J* 1998;4(1):73-76.
 36. Attwood D, Blinkhorn AS. A reassessment of the dental health of urban Scottish schoolchildren following the cessation of water fluoridation. *Community Dent Health* 1989;6(3):207-214.
 37. Dini EL, Holt RD, Bedi R. Prevalence and severity of caries in 3-12-year-old children from three districts with different fluoridation histories in Araraquara, SP, Brazil. *Community Dent Health* 1998;15(1):44-48.
 38. Brunelle JA, Carlos JP. Recent trends in dental caries in US children and the effect of water fluoridation. *J Dent Des* 1990;69(Spec Iss):723-727.
 39. 김지영, 이재화, 박혜경, 김은경, 김진범. 울산광역시민의 불소배합세치제 사용률. 대한구강보건학회지 2003;27(1):149-156.
 40. Neenan ME, Easley M, Ruiz M. Water fluoridation. In: Harris NO, Garcia-Godoy F, eds. *Primary preventive dentistry*. 6th ed. Upper Saddle River:Appleton & Lange; 2004:189-190.
 41. Lemke CW, Doherty JM, Arra MC. Controlled fluoridation: the dental effects of discontinuation in Antigo, Wisconsin. *J Am Dent Assoc* 1970;80(4):782-786.
 42. Künzel W. Effects of an interruption in water fluoridation on caries prevalence of the primary and secondary dentition. *Caries Res* 1980;14(5):304-310.
 43. Newbrun E. Effectiveness of water fluoridation. *J Public Health Dent* 1989;49(Spec No 5):279-289.

Abstract

Caries preventive effect on primary teeth by community water fluoridation program in metropolitan city - comparison of Ulsan and Busan Metropolitan City, Korea

Ik-Jun Chin¹, Dong-Hyun Kim¹, Sun-Mi Lee¹, Seung-Wook Lee², Kwang-Hak Bae³, Jin-Bom Kim¹

¹*Department of Preventive and Community Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University*

²*Department of Health Science and Services, Graduate School of Public Health,
Seoul National University*

³*Department of Preventive and Public Health Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University*

Key words : community water fluoridation, dental caries prevention, df rate, dft index, milk teeth

Objectives: The aim of this study is to evaluate the caries preventive effect on primary teeth by the 6-year community water fluoridation program in Ulsan metropolitan city, Korea.

Methods: Dental surveys were carried out in 2005 on 3 to 5 year old children of the fluoridated Nam-gu in Ulsan and non-fluoridated Haeundae-gu in Busan metropolitan cities. Control group were chosen considering with demographic and socio-economic status. The number of the subjects were 914 children in fluoridated area and 980 children in non-fluoridated area. The obtained data from the survey were analyzed with the SPSS statistical package. The caries preventive effect was estimated by the difference of dft indices and dfs indices between the program and control group.

Results: The df rate of 5-year old children was 61.5% in program group and it was lower compared to 75.3% in control group. The dft index of 5-year old children was 2.72 in program group and it was lower compared to 4.12 in control group. The dfs index of 5-year old children was 3.62 in program group and it was lower compared to 7.06 in control group. The caries reduction rate of 5-year old children by the community water fluoridation program was estimated as 34.0% by the difference of dft index between program and control group.

Conclusion: These results suggests that the community water fluoridation program in Ulsan Metropolitan City is effective in caries prevention on primary teeth.