

원저

대한구강보건학회지 : 제 30권 제 3호, 2006  
J Korean Acad Dent Health Vol. 30, No. 3, 2006

# 진주시 수돗물불소농도조정사업 6년간 후의 치아우식예방 효과평가

김대영<sup>1</sup>, 김병재<sup>1</sup>, 이선미<sup>1</sup>, 배광학<sup>2</sup>, 강남이<sup>3</sup>, 김진범<sup>1</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 치과대학 예방치과학교실

<sup>2</sup>서울대학교 치의학대학원 예방치과학교실

<sup>3</sup>진주시보건소 구강보건실

색인 : 수돗물불소농도조정사업, 영구치우식경험자율, 우식경험영구치지수, 치아우식예방

## 1. 서 론

2004년 우리나라 국민이 건강보험으로 진단명별로 가장 많이 급여가 이루어진 질환 10대질환 중 치아우식병으로 인하여 발생된 치수 및 치근단주위 조직질환이 1위를 차지하고 치아우식병은 4위를 차지함으로써 치아우식병은 도시 농촌 구별 없이 남녀노소가 겪고 있는 국민질환이 되고 있다<sup>1)</sup>.

그렇지만 우리나라에서는 발생된 구강병을 해결하기 위하여 개별구강진료에만 주력해 온 결과, 많은 노력이 있었음에도 불구하고 구강병의 유병률을 감소시키지 못하고 있다. 우리나라 12세 아동 우식경험영구치지수가 한국구강보건협회<sup>2)</sup>는 1972년에 0.6개, 김<sup>3)</sup>은 1979년에 2.3개, 김 등<sup>4)</sup>은 1990년에 3.03개, 국민구강보건연구소<sup>5)</sup>는 1995년에 3.11개,

보건복지부<sup>6)</sup>가 주관한 2003년 국민구강건강실태조사에서는 3.25개로 보고하였다.

그러나 대부분의 선진국에서는 적극적인 공중구강보건사업을 통하여 치아상실의 주된 원인인 치아우식병이 감소하고 있다<sup>7-10)</sup>. 세계보건기구의 보고에 의하면, 1990년대부터 2000년대 조사된 주요 OECD 국가들의 12세 우식경험영구치지수는 대부분 2개에도 못 미치고 있으며, 2001년 세계적으로 우식경험영구치지수는 평균 1.74개로 추산하고 있다<sup>10)</sup>.

치아우식병을 예방하는 데에 기본적인 방법으로 거론되는 것은 잇솔질로서 치면세균막을 제거하는 것이다. 하지만 우리나라 아동들의 영구치우식병은 교합면과 협·설면에 발생하는 것이 대다수이다<sup>11,12)</sup>. 교합면과 협·설면의 소와열구 부위는 잇솔감도가 잘 들어가지 못할 정도로 좁아서 치면세균막을

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

본 연구는 진주시보건소의 지원으로 수행되었음.

본 연구의 일부는 2005년 대한구강보건학회 종합학술대회(연세대학교 치과대학, 2004. 12. 28-29.)에서 발표되었음.

효과적으로 제거하기 힘들뿐만 아니라, 타액의 완충 작용이 미치기도 어려워서 잇솔질만으로 완벽하게 치아우식병을 예방할 수가 없다<sup>13,14</sup>. 따라서, 근래에는 치아우식병을 예방하는 효과적인 수단으로 불소와 치면열구전색의 활용에 중점을 두고 있다<sup>11,15-16</sup>. 그런데 치면열구전색은 소와열구 부위 우식예방효과가 탁월하지만, 치의사와 구강위생사 등의 구강보건인력이 치아마다 일일이 시술해야 하므로 경비가 많이 들어 활용에 제한점이 많다.

치아우식병 예방을 위한 불소활용법 중에서 안전하고, 경제적이며, 실용성이 높고, 우식예방효과를 가장 크게 거둘 수 있는 수돗물불소농도조정사업(수불사업)을 우선적으로 고려할 수 있다<sup>17</sup>. 1945년 미국의 Grand Rapids와 Newburg 및 캐나다의 Brandtfort에서 수불사업이 처음으로 시작되었다<sup>18,19</sup>.

Arnold 등<sup>20</sup>은 미국의 Grand Rapids에서 수불사업을 실시한지 15년이 경과했을 때의 치아우식예방효과를 분석하였고, Ast와 Fitzgerald<sup>21</sup>, Wong 등<sup>22</sup>, Künzel<sup>23</sup>, Rock 등<sup>24</sup>, 沈과 古<sup>25</sup>는 각각 미국의 Newburgh, Singapore, 쿠바의 La Saud, 영국의 Birmingham 지역 및 중국의 광저우시(廣州市) 수불사업의 예방효과를 분석하였으며, Ludwig<sup>26</sup>, Davis<sup>27</sup>, Dossel<sup>28</sup> 및 Spencer<sup>29</sup>는 수불사업의 비용과 편익을 조사 분석한 다음, 경제적인 편익이 비용을 넘어서는 사업이라고 보고하였다.

우리나라에서도 송 등<sup>30</sup>은 수불사업 지역인 청주시 6세 아동과 비수불사업 지역인 성남시 6세 아동에서 우식경험영구치면지수의 증가치를 5년간 추고 조사하여 영구치우식예방률이 평균 39.8%이었다고 보고하였으며, 김과 김<sup>31</sup>은 불화나트륨으로 16년간 수불사업을 계속할 경우, 편익비용비가 진해시에서 9.72, 청주시에서 4.88로 보고한 바 있다.

세계보건기구 전문가위원회는 각국 정부에 수불사업 실행을 권고하는 보고서를 1958년 이래 여러

차례 발간하였다<sup>32,33</sup>. 수불사업은 세계적으로 60여 개국에서 실행되어 4억5백만명 이상이 혜택을 보고 있으며<sup>34,35</sup>, 미국 인구의 67.3%가 혜택을 받고 있다<sup>36,37</sup>.

아일랜드에서는 1960년에 모든 정수장에서 수불사업을 의무적으로 시행하도록 하는 '수돗물불소농도조정법'을 제정하고, 1964년부터 정수장마다 적정수준으로 불화물을 첨가하고 있으며, 2002년에는 전 국민 중 73%가 수혜를 받고 있다<sup>38</sup>. 아일랜드에서는 수불사업을 실시하기 전인 1961-1963년 무렵에는 12세 아동의 우식경험영구치지수(DMFT index)가 4.7개이었으나, 사업을 실시한 후 1984년에 평가한 결과, 2.6개로 크게 떨어졌으며, 수불사업을 하지 않는 인근 북아일랜드보다도 대폭 낮았다.

우리나라의 수불사업은 1981년 경남 진해시와 1982년 충북 청주시에서 시범적으로 실시되었고, 1994년 11월에 경기도 과천시와 1995년 2월에 경북 포항시에서 수불사업이 실시된 이후, 전국적으로 확대되었다<sup>39,40</sup>.

진주시는 치아우식병을 예방할 목적으로 제1정수장과 제2정수장에 불화물첨가장비를 설치하고 1998년 6월부터 수불사업을 실시하고 있다. 2004년 12월 말 당시 진주시 주민등록 총인구는 337,425명이었으며<sup>41</sup>, 진주시 제1·2정수장 급수인구는 303,311명이어서<sup>42</sup>, 진주시 인구 중 수불사업 수혜인구비율은 89.9%이었다. 진주시 중심지역이 아닌 일부 면지역 거주 주민들은 진주시 제1·2정수장에서 급수를 받지 못하고 있으며, 이 지역 주민들은 진주시 전체보다 고령주민의 비율이 높을 것으로 추정되고 있다.

2004년은 진주시에서 수불사업을 시작한 지 6년이 경과하는 해로서 처음 사업이 시작되던 해인 1998년에 태어난 아동들에서 영구치가 맹출하고 일부 아동들이 초등학교에 입학한 해이다. 따라서, 수불사업으로 얻어진 영구치우식예방효과를 평가를 시작하는 데에 적합한 해로 생각되었다. 수불사업의

치아우식예방효과 평가는 사업을 건설하게 발전하도록 하는 데에 크게 기여할 것으로 생각된다.

이에, 저자들은 진주시에서 1998년부터 2004년까지 실시한 수불사업으로 얻어진 치아우식예방효과를 조사 분석한 바 있어 그 결과를 보고한다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1. 연구대상

#### 2.1.1. 사업군 표본선정

사업군 구강검사대상자는 불소농도가 적정수준으로 조정된 수도물이 공급되는 지역에 위치한 초등학교와 중학교 아동들을 대상으로 하였으며, 치아우식병 발생에 영향을 미치는 사회경제적 요인을 고려하여, 진주시보건소의 협력을 얻어 집락추출법으로 읍면지역이 아닌 동지역에 위치한 학교 중에서 선정하였다. 현재 수불사업 수혜를 받고 있는 읍면지역 중에서는 1998년 사업 초기에는 수불사업을 시행하는 정수장에서 불소가 첨가된 수도물을 공급받지 못하다가 그 이후에 사업 시행 진주 제1·2정수장에서 급수를 받고 있는 곳이 있기 때문이었다. 그리고 진주시보건소의 자문을 받아 경제적으로 비교적 부유할 것으로 추정되는 신규 대형 아파트단지에 위치한 학교를 배제하였다. 선정된 학교는 초등학교 4개교와 중학교 2개교이었다. 2004년 5월 구강검사를 위해 학교에 출장하였을 때 출석한 재학생 전원을 검사하였으며, 총 인원수는 3,623명이었다.

2004년 진주시 초등학교 학생수는 29,954명, 중학교 학생수는 14,141명이어서 진주시 초·중학교 총 학생수는 44,095명이었다. 그러나 진주시의 수도물 급수율은 89.8%이어서 수도물을 급수받고 있는 초·중학교 총학생수는 39,561명으로 추정되었다. 따라서 본 조사의 표본수는 진주시에서 수도물을 급수하고 있는 지역 초·중학교 총학생수의 9.2%로 추산되었다.

표 1. 조사대상지수

연령	진주시	대조군*
계	3,623	1,256
6	396	139
7	376	140
8	387	140
9	407	140
10	397	140
11	417	140
12	438	137
13	408	140
14	397	140

\*비수불사업지역 14개도시 아동

#### 2.1.2. 대조군 표본선정

2003년 국민구강건강실태조사 지역 중 광역시 이상의 대도시와 군지역을 제외한 중소도시 중 수불사업을 실시하지 않는 중소도시 14개 지역 모두를 대조지역으로 선정하고, 대조지역 아동의 2003년 국민구강건강실태조사 자료를 본 연구의 대조군 자료로 활용하였다<sup>6)</sup>. 연령별 대조군 아동 수는 최소가 137명, 최대가 140명으로서 6-14세 모두 1,256명이었다. 대조지역 도시의 연령별 표본 수는 원칙적으로 10명씩 선정하여 전체 연령 표본은 140명이었다. 그러나 12세에서는 일부 지역 표본아동의 구강검사를 하지 못하여 표본수가 137명으로 집계되었다.

대조지역으로 선정된 14개 지역은 수원시, 성남시, 부천시, 고양시, 안양시, 시흥시, 의정부시, 용인시, 평택시, 원주시, 전주시, 익산시, 창원시, 제주시이었다.

## 2.2. 연구방법

### 2.2.1. 구강검사 실시

치아우식병 검사 기준통일을 위한 조사자 기준통일훈련을 받고, 2003년 국민구강건강실태조사에 참여하였던 치의사 2인이 조사자교육을 통하여 판정 일치도가 kappa치로서 0.8을 상회한 연후에 구강검사를 실시하였다.

표 2. 진주시와 대조군의 영구치우식경험자율

연령	영구치우식경험자율(%)			p값*
	진주시	대조군	차이	
6	8.6	18.0	9.4	0.002
7	14.9	42.9	28.0	< 0.001
8	29.2	45.7	16.5	< 0.001
9	43.2	50.7	7.5	0.125
10	52.6	68.6	14.0	0.001
11	56.6	77.9	21.3	< 0.001
12	62.6	75.9	13.3	0.004
13	73.8	77.1	3.3	0.429
14	79.3	82.9	3.6	0.369

\*p값은 chi-square test로 계산함.

표 3. 진주시와 대조군의 영구치우식유병자율

연령	영구치우식유병자율(%)			p값†
	진주시(A)	대조군(B)	차이(C)*	
6	5.3	12.2	6.9	0.006
7	5.9	20.7	14.8	< 0.001
8	15.5	19.3	3.8	0.302
9	19.9	28.6	8.7	0.033
10	23.7	37.9	14.2	0.001
11	29.3	44.3	15.0	0.001
12	27.2	49.6	22.4	< 0.001
13	40.4	47.9	7.5	0.125
14	45.3	50.7	5.4	0.273

\*C=B-A, †p값은 chi-square test로 계산함.

세계보건기구<sup>(3)</sup>가 제시한 기준에 의하여 양호한 자연광 아래에서 평면치경으로 치아를 검사하여 치아우식실태와 치면열구전색 실태를 조사하였다. 구강진료용 탐침은 음식물찌꺼기 또는 치면세균막으로 병소부위가 덮여 있을 경우, 이들을 제거하는 데에 사용하였다. 구강검사 전에 진주시보건소와 진주시교육청에 협조를 요청하여 학교 구강검사에 대한 승인을 얻었으며, 2004년 5월 학교 현장에서 구강검사를 실시하였다. 구강검사에는 기록요원이 동행하여 검사자가 구술하는 검사결과를 기록하였으며, 편성요원은 담임교사와의 협조 및 검사과정의 질서유지 등의 실무를 담당하였다.

### 2.2.2. 자료처리 분석

구강검사 결과를 각기 구분하여 입력한 후, SPSS/PC<sup>®</sup> 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 영구치우식경험자율, 우식경험영구치지수, 우식경험영구치면지수 등의 구강건강지표를 산출한 다음, 사업군과 대조군을 비교하여 영구치우식경험자율의 감소치와 아울러, 우식경험영구치지수 및 우식경험영구치면지수의 차이로서 수불사업의 영구치 우식 예방효과를 분석하였다.

사업군과 대조군의 집단별 차이의 유의성 여부는 카이제곱검정법과 독립 두집단간 t-검정법으로 검정하였으며, 유의수준은 1종오류 0.05로서 판정하였다.

표 4. 진주시와 대조군의 우식경험영구치지수 및 예방률

연령	우식경험영구치지수		p값*	예방률(%) †
	진주시(A)	대조군(B)		
6	0.13	0.34	0.008	61.8
7	0.24	0.95	< 0.001	74.7
8	0.61	1.13	< 0.001	46.0
9	0.95	1.43	0.007	33.6
10	1.24	1.96	< 0.001	36.7
11	1.53	2.76	< 0.001	44.6
12	1.98	3.40	< 0.001	41.8
13	2.90	4.20	< 0.001	31.0
14	3.48	4.09	0.063	14.9

\*p값은 independent two-sample t-test로 계산함.

†우식예방률(%) =  $\frac{(B-A)}{B} \times 100$

표 5. 진주시와 대조군의 우식경험영구치면지수 및 예방률

연령	우식경험영구치면지수		p값*	예방률(%) †
	진주시(A)	대조군(B)		
6	0.18	0.42	0.027	57.1
7	0.36	1.44	< 0.001	75.0
8	0.93	1.82	< 0.001	48.9
9	1.45	2.10	0.019	31.0
10	1.94	3.11	0.001	37.6
11	2.41	4.59	< 0.001	47.5
12	3.23	5.04	< 0.001	35.9
13	4.56	6.72	0.001	32.1
14	5.96	6.50	0.382	8.3

\*p값은 independent two-sample t-test로 계산함.

†우식예방률(%) =  $\frac{(B-A)}{B} \times 100$

### 3. 연구성적

#### 3.1. 영구치우식경험자율

진주시 아동의 연령별 영구치우식경험자율을 대조군과 비교한 결과, 9세를 제외하고는 6세부터 12세까지 모든 연령에서 유의한 차이가 있었다(표 2).

#### 3.2. 영구치우식유병자율

진주시 아동의 연령별 영구치우식유병자율을 대조군과 비교한 결과, 8세를 제외하고는 6세부터 12세까지 모든 연령에서 유의한 차이가 있었다(표 3).

#### 3.3. 우식경험영구치지수와 우식경험영구치지수 차이로 산출한 영구치우식예방률

진주시 12세 아동의 우식경험영구치지수는 1.98 개이었으며, 대조군과 진주시 아동의 우식경험영구치지수의 차이를 대조군의 우식경험영구치지수로 나누어서 산출한 영구치우식예방률은 12세에서 41.8% 등으로 산출되었다(표 4).

#### 3.4. 우식경험영구치면지수와 우식경험영구치면지수 차이로 산출한 영구치우식예방률

진주시 12세 아동의 우식경험영구치면지수는 3.23면이었으며, 대조군과 진주시 아동의 우식경험

표 6. 진주시와 대조군의 우식경험영구치 소와열구면지수 및 예방률

연령	우식경험영구치 소와열구면지수		p값*	예방률(%) <sup>†</sup>
	진주시(A)	대조군(B)		
6	0.15	0.42	0.011	64.3
7	0.32	1.39	< 0.001	77.0
8	0.84	1.61	0.001	47.8
9	1.29	1.87	0.020	31.0
10	1.68	2.53	0.002	33.6
11	1.97	3.59	< 0.001	45.1
12	2.55	4.15	< 0.001	38.6
13	3.49	5.39	< 0.001	35.3
14	4.41	5.20	0.062	15.2

\*p값은 independent two-sample t-test로 계산함.

$$† \text{우식예방률}(\%) = \frac{(B-A)}{B} \times 100$$

표 7. 진주시와 대조군의 우식경험영구치 평활면지수 및 예방률

연령	우식경험영구치 평활면지수		p값*	예방률(%) <sup>†</sup>
	진주시(A)	대조군(B)		
6	0.03	0.00	0.037	-
7	0.04	0.05	0.734	20.0
8	0.09	0.21	< 0.001	57.1
9	0.16	0.23	0.408	30.4
10	0.26	0.58	0.040	55.2
11	0.44	1.01	0.011	56.4
12	0.68	0.90	0.226	24.4
13	1.07	1.34	0.359	20.1
14	1.55	1.29	0.374	-

\*p값은 independent two-sample t-test로 계산함.

$$† \text{우식예방률}(\%) = \frac{(B-A)}{B} \times 100$$

영구치면지수의 차이로 산출한 영구치우식예방률은 12세에서 35.9% 등으로 산출되었다(표 5).

구면지수 차이로 산출한 소와열구면우식예방률은 12세에서 38.6% 등으로 산출되었다(표 6).

### 3.5. 우식경험영구치 소와열구면지수 차이로 산출한 소와열구면우식예방률

영구치의 치면에 발생된 우식병 중에서 상악제 1·2대구치의 교합면과 구개면, 하악제 1·2대구치의 교합면과 협면의 소와열구에 발생된 우식병과 상악측절치의 설면와에 발생된 우식병을 소와열구우식병으로 간주하였고, 기타 치면에 발생된 우식병을 평활면우식병으로 간주하였다.

대조군과 진주시 아동의 우식경험영구치 소와열

### 3.6. 우식경험영구치 평활면지수 차이로 산출한 평활면우식예방률

대조군과 진주시 아동의 우식경험영구치 평활면지수 차이로 산출한 평활면우식예방률은 11세에서 56.4%, 12세에서 24.4% 등으로 산출되었다(표 7).

### 3.7. 우식경험영구치 중 충전영구치의 비율

진주시와 대조군의 우식경험영구치 중 충전영구치의 비율은 12세를 제외하고는 유의한 차이가 없

표 8. 진주시와 대조군의 우식경험영구치 중 충전영구치의 비율(%)

연령	진주시		대조군		p값 <sup>†</sup>
	피검자수*	충전영구치율	피검자수*	충전영구치율	
6	343	9.7	25	35.0	0.714
7	566	4.6	60	57.4	0.410
8	113	54.9	64	64.2	0.196
9	176	61.2	71	54.3	0.282
10	209	60.6	96	54.2	0.257
11	236	61.5	109	58.3	0.528
12	274	67.8	104	53.3	0.003
13	301	63.2	108	59.1	0.354
14	315	61.3	116	57.9	0.445

\*영구치우식경험자수

†p값은 independent two-sample t-test로 계산함.

었다(표 8).

#### 4. 고 안

초등학교와 중학교 시기는 영구치가 맹출하는 시기로 우식병이 많이 발생한다<sup>16)</sup>. 이 시기에 우식병 발생을 잘 관리하면, 일생동안 건강한 치아를 유지하는 데에 크게 기여할 수 있다.

저자들은 경남 진주시에서 수불사업으로 거둔 우식예방효과를 측정할 목적으로 진주시의 6-14세 아동들의 영구치 건강실태를 조사하고, 보건복지부가 발표한 2003년 전국 중소도시 중 수불사업을 하지 않고 있는 14개 도시 아동들의 영구치 건강실태와 비교하여 수불사업으로 얻어진 영구치 우식예방효과를 산출하였다.

진주시 아동의 영구치우식경험자율은 전국적인 중소도시<sup>16)</sup>와는 물론, 대조군과 비교할 경우, 영구치우식경험자율이 9세를 제외한 6-12세 모든 연령에서 유의한 차이가 있었다. 진주시 아동의 영구치우식유병자율이 전국적인 중소도시<sup>16)</sup>와는 물론, 수불사업을 하지 않는 대조군과 비교할 경우, 8세를 제외하고는 6세부터 12세까지 모든 연령에서 유의한 수준으로 낮았다.

진주시 연령별 우식경험영구치지수는 10세에서

1.24개, 12세에서 1.98개이었다. 2003년 국민구강건강실태조사<sup>16)</sup>에서 중소도시의 우식경험영구치지수는 10세에서 1.77개, 12세에서 3.32개이었으며, 2003년 비수불사업지역의 중소도시의 우식경험영구치지수는 10세에서 1.96개, 12세에서 3.40개이었다.

진주시 아동의 영구치우식경험자율과 영구치우식유병자율 및 우식경험영구치지수를 전국 중소도시<sup>16)</sup>는 물론, 수불사업을 하지 않는 대조군과 비교할 경우, 13세 이하 모든 연령에서 상당히 낮은 것은 진주시에서 1998년부터 6년 동안 실시하고 있는 수불사업의 성과라고 검토되었다. 진주시에서는 수불사업과 아울러, 보건복지부의 권고로 2002년부터는 초등학교 아동들을 대상으로 치면열구전색사업을 실시하고 있다. 대조군에서도 역시 보건복지부의 권고로 2002년부터는 초등학교 아동들을 대상으로 치면열구전색사업을 하고 있으므로, 진주시 아동들에서 우식경험영구치지수가 감소된 가장 큰 이유는 수불사업에 힘입은 바라고 평가되었다.

물론, 보건복지부의 권고로 지역별로 치면열구전색사업을 하고 있지만 지역별로 치면열구전색보유자율, 1인당 열구전색영구치수 등에서 차이가 있을 수 있다. 진주시는 2002년부터 초등학교 1·2학년 아동을 대상으로 치면열구전색사업을 실시하였기

때문에 열구전색사업 수혜자는 2005년 본 연구를 위한 구강검사 당시 10세까지 한정되었다. 다른 대조지역의 치면열구전색사업도 비슷한 상황으로 추정되었다. 다만, 대조지역 중 수원시와 성남시는 보건소 구강보건인력의 부족으로 다른 지역보다 열구전색사업이 부진하였을 것으로 추정되었다.

그러므로, 치면열구전색사업의 우식예방효과가 수불사업의 우식증 예방효과 평가에 교란변수로 작용하는 연령은 10세까지로 볼 수 있으며, 최소한으로 사업 효과를 평가할지라도 11세부터 13세에서 사업군과 대조군의 우식경험영구치지수 차이는 수불사업에 힘입은 바라고 결론하여도 무리가 없을 것으로 생각되었다.

세계보건기구<sup>40)</sup>의 보고에 의하면, 12세아동의 우식경험영구치지수는 핀란드 1975년 7.5개에서, 1994년 1.2개로, 뉴질랜드 1973년 6.0개에서 1993년에 1.5개로, 영국 1973년 4.7개에서 1996-97년에 1.1개로, 미국 1965-67년 4.0개에서 1991년 1.4개로 감소하였다.

미국의 치아우식병 감소는 수불사업이 전국적으로 확대된 데에 힘입은 바가 가장 컸다<sup>41)</sup>. 아일랜드에서도 1960년 수불사업법이 제정된 이후, 대부분의 도시 수도물에 불소를 첨가함으로써 2002년 전 인구 중 73%에게 불소가 첨가된 수도물을 공급하고 있다<sup>38)</sup>. O' Mullane 등<sup>45)</sup>과 O' Mullane 등<sup>46)</sup>은 이 사업으로 아일랜드 아동들의 치아우식병이 급격히 감소하였다고 보고하였다. 따라서 진주시에서 수불사업을 하는 것은 아동들의 치아우식병을 예방할 수 있는 적절한 조치라고 평가되었다.

우식경험영구치지수의 차이로서 평가한 진주시 수불사업의 영구치우식예방률은 6세 61.8%, 7세 74.7%, 10세 36.7%, 12세 41.8% 등으로 산출되었다. 대조군에서도 보건소가 치면열구전색사업을 하였지만 진주시 보건소가 실시한 치면열구전색사업을 수혜를 받은 연령이 10세까지인 것을 고려하면, 수

불사업으로 얻어진 우식경험영구치지수의 차이로서 평가한 수불사업의 우식예방률은 12세에서 산출된 41.8% 정도로 평가하는 것은 타당하다고 생각되었다.

우식경험영구치지면수의 차이로서 평가한 수불사업의 영구치우식예방률은 우식경험영구치지수의 차이에 근거를 두고 산출한 경우와 마찬가지로, 12세에서 산출된 35.9% 정도로 평가하는 것은 타당하다고 생각되었다.

문 등<sup>47)</sup>은 2000년 수불사업 지역인 충북 청주시와 비사업지역인 충북 충주시와 강원도 원주시 아동의 우식경험영구치지면지수를 조사하고, 대조군과 사업지역의 우식경험영구치지면지수 차이로 산출하여 영구치우식예방률이 8세에서 31%, 11세에서 28%, 14세에서 35%로 보고하였다. 2004년 구강검사로 산출한 진주시 영구치우식예방률은 문 등<sup>47)</sup>의 보고와 유사하였으며, 송 등<sup>39)</sup>이 우식경험영구치지면지수 증가치를 대조군과 비교하여 산출 보고한 영구치우식예방률 39.8%와도 유사한 수준으로 평가되었다.

그러나 진주시에서 수불사업을 시작한지 6년에 불과하고, 현재 6세와 7세 등에서 60%에서 70% 정도의 영구치우식예방률을 나타내고 있는 것으로 보아 앞으로 영구치우식예방률은 계속 증가할 것으로 생각되었다.

김 등<sup>48)</sup>은 울산광역시 북구 초등학교와 중학교 및 성인들의 불소함유세치제 사용자율을 조사하고, 불소함유세치제 사용자율이 초등학교에서 97.9%, 중학교에서 97.2%로 보고한 바 있다. 따라서 사업군은 물론 대조군에서도 불소함유세치제의 사용이 보편화됨에 따라 희석효과(dilution effect)로서 수불사업지역의 우식예방효과가 실제보다 적게 산출되는 현상이 나타나고 있다. 그리고 수불사업 지역에서 불소가 함유된 식수로 제조된 가공식품과 음료수가 불소농도조정사업을 하지 않는 인접지역으로 넘어가 소비됨으로써 확산효과(diffusion effect)도 나타날



수 있다<sup>49)</sup>. 이러한 회석효과와 확산효과로 인해서 수불사업의 우식 예방효과가 1950년대 미국의 사례보고보다 줄어든 것처럼 보이지만<sup>49)</sup>, 수불사업을 중단하면 치아우식병 발생이 다시 증가한 여러 도시의 경험에 비추어 수불사업은 지속되어야 한다고 생각되었다<sup>50,51)</sup>.

아일랜드 더블린에서는 12세 우식경험영구치지수가 1961년에는 5.2개이었으나, 1964년 수불사업을 시작한 후 1997년 평가결과 1.1로 감소되었으며, 1992년 수불사업이 시행되고 있지 않는 영국 글라스고우와 비교조사 결과, 12세 우식경험영구치지수가 글라스고우에서는 2.7개이었지만 더블린에서는 1.5개에 불과하여 큰 차이를 보였다<sup>38,52,53)</sup>.

1990년부터 수불사업을 시행하고 있는 베트남 호치민시에서도 수불사업으로 괄목할만한 우식예방효과를 거두었다<sup>54)</sup>. 12세에서 영구치우식경험자율이 수불사업 시작 직전해인 1989년에는 84.0%이었다가 2003년 평가결과 38.2%로 감소되었으며, 우식경험영구치지수는 1989년 3.4개에서 2003년 0.85개로 대폭 감소되었다. 뉴질랜드에서 2005년 조사결과, 사회경제적 계층별 우식경험영구치지수의 차이가 비수불지역보다 수불지역에서 줄어지는 긍정적 효과가 보고되었다<sup>55)</sup>.

진주시와 대조군의 우식경험영구치 소와열구면지수 차이로서 계산한 우식예방률은 11세 45.1%, 12세 38.6%, 13세 35.3%로 산출되었고, 진주시와 대조군의 우식경험영구치 평활면지수 차이로서 계산한 우식예방률은 8세에서 57.1%, 10세에서 55.2%, 11세에서 56.4%로 산출되었다.

Kwant 등<sup>56)</sup>은 수불사업 지역과 비수불사업 지역의 15세 아동에서 우식경험치면지수를 비교하여 산출한 결과, 우식예방률이 협·측면에서 86%, 인접면에서 75%, 교합면의 소와열구면에서 31%이었다고 보고하였다. 진주시와 우리나라 대조군 6-14세 아동에서는 아직 평활면우식경험치면지수가 얼마

되지 않는 관계로 우식예방률이 소와열구면과 평활면에서 아직 뚜렷한 차이를 나타내지 않고 있다고 생각되었으며, 이 점에 관해서 앞으로 15세 이상의 연령층에 대해서도 지속적인 조사 연구가 필요하다고 검토되었다.

진주시 아동에서 우식경험영구치수 중 충전영구치수의 비율은 전국 중소도시 평균<sup>6)</sup>보다 전반적으로 높은 수준으로 평가되었다. 이러한 데에는 진주시는 인구가 30만을 상회할 정도로 비교적 큰 도시이기 때문에 개원치과의사수도 많아서 충전치료를 하는 데에 접근성이 좋기 때문이라고 생각되었다. 그러나 아직도 상당수의 아동들이 충전치료를 받지 못하고 방치되어 있는 우식치아를 가지고 있으므로, 학교 내에서 구강보건진료를 계속적으로 공급하는 학교계속구강건강관리사업의 확대 발전이 필요하다고 생각되었다.

이상의 여러 사항을 종합적으로 검토하면 진주시에서 1998부터 6년간 실시된 수불사업은 상당한 영구치 우식예방효과를 거두었다고 평가되었다. 따라서 진주시는 치아우식병 예방을 위해 수불사업을 지속적으로 실시하는 것이 바람직하다고 검토되었다.

본 연구에서는 연구자원의 제약으로 말미암아 우식경험영구치, 열구전색영구치 등을 조사하는 데에 전적으로 자연광에 의지하여 조사함으로써 일부 부정확한 판단을 했을 가능성을 배제할 수 없었다. 또한 진주시 사업군 표본학교 학생들 중에서 일부 학생이 사업 초기부터 불소농도가 조정된 수돗물을 조사시점까지 계속 섭취하였는지 조사하지 못함으로써 회석효과로 수불효과가 실제보다 저평가되었을 가능성을 배제할 수 없었다. 그리고 조사 대상 중 중학생에게는 수불지역 거주 여부를 조사하지 못하였다. 그러나 진주시 전체 인구 중 89.9%에게 불소농도가 조정된 수돗물이 공급되고 있으며, 수불사업을 하고 있는 진주시 제1·2정수장에서 급수를 받지 못하는 주민들은 진주시 전체보다 고령주민의 비율

이 높아 중학생 표본 선정에 큰 영향은 미치지 못하였을 것으로 추정되고 있다. 또한 사업군 표본학교는 모두 사업초기 1998년부터 불소농도 조정 수돗물이 공급되는 지역에서 선정되었기 때문에 큰 오차는 없을 것으로 생각되었다. 대조군 표본 선정에서 수돗물불소농도조정 이외에 우식증 발생 관련요인을 모두 같도록 하는 것은 현실적으로 불가능하였다. 따라서 2003년 전국구강건강실태조사에서 중소도시로 선정된 도시 중 수불사업을 전혀 한 적이 없는 지역을 대조지역으로 선정하여 그 조사의 표본을 본 연구의 대조군으로 활용하였다.

여러 연구 한계에도 불구하고 본 연구보고는 진주시 수불사업으로 얻어진 영구치 우식예방효과를 측정하고 사업수행의 타당성을 뒷받침하는 데에 무리가 없다고 생각되었으며, 치아우식병 발생요인이 계속적으로 변화하기 때문에 수불사업의 치아우식예방효과 측정을 위하여 지속적인 조사연구가 필요하다고 검토되었다.

## 5. 결 론

본 연구는 진주시에서 1998년부터 6년간 실시하고 있는 수돗물불소농도조정사업의 치아우식예방효과를 평가할 목적으로 수행되었다.

진주시의 초·중학교 학생 6-14세 3,623명을 사업군 표본으로 선정하고 구강검사를 한 다음, 2003년 보건복지부 국민구강건강실태조사에서 표본지역으로 선정된 중소도시 중 수돗물불소농도조정사업을 한 적이 없었던 14개 중소도시에서 표본으로 선정된 6-14세의 초·중학교 학생 1,256명의 구강건강실태조사 자료를 대조군 자료로 활용하여 영구치우식경험자율, 우식경험영구치지수, 우식경험영구치면지수 등을 분석한 다음, 진주시와 대조군을 비교하여 사업으로 거둔 우식예방효과를 산출해 본 바, 그 결과는 다음과 같았다

1. 진주시 아동 영구치우식경험자율은 12세에서 62.6%로서 대조군 75.9%보다 낮은 수준이었다.
  2. 진주시 아동 우식경험영구치지수는 12세에서 1.98개로서 대조군 3.40개보다 적었다.
  3. 진주시 아동 우식경험영구치면지수는 12세에서 3.23면으로써 대조군 5.04면보다 적었다.
  4. 수돗물불소농도조정사업으로 얻어진 영구치우식예방률은 대조군과 우식경험영구치지수의 차이로 계산할 경우, 12세에서 41.8%로 추정되었다.
- 진주시 수돗물불소농도조정사업은 치아우식예방효과가 우수하므로 계속 시행함이 타당하다고 검토되었다.

## 참고문헌

1. 건강보험심사평가원. 2004년 건강보험 심사통계지표: 26. 질병 소분류별 다발생 순위별 요양급여실적(외래). 2005:68-69.
2. 한국구강보건협회. 한국인구강질환 실태조사 결과보고. 서울:한국구강보건협회;1976:28.
3. 김무길. 대도시인의 구강보건실태 및 상대구강보건의료수요 조사연구. 대한구강보건학회지 1979;4(1):19-43.
4. 김희찬, 문혁수, 김종배. 한국인 구강건강실태에 관한 조사연구. 서울치대논문집 1992;16(1):17-48.
5. 국민구강보건연구소. 1995년 국민구강보건조사보고. 서울:국민구강보건연구소;1995:41-42.
6. 보건복지부. 2003 국민구강건강실태조사. V. 요약본. 서울:보건복지부;2004:46-48, 52-53, 147, 159, 171, 183, 195.
7. World Health Organization. Prevention methods and programmes for oral diseases. Geneva:World Health Organization, Technical report series 1984;713:6-9, 13-18, 12-20.
8. Marthler TM, O'Mullane DM, Vrbic V. The prevalence of dental caries in Europe 1990-1995. Caries Res 1996;30(4):237-255.
9. Poulsen S. Dental caries in Danish children and adolescents 1988-94. Community Dent Oral Epidemiol 1996;24(2):282-285.
10. WHO Headquarters. WHO Oral Health Country/Area

- Profile Programme. [online] <http://www.whocollab.od.mah.se/countriesalphab.html> 2005. 5. 23.
11. 김진범. 전원지역 학동 영구치의 치아별 우식증발생실태에 관한 연구. *대한구강보건학회지* 1991;15(2):196-206.
  12. 김사식, 이태현, 나수정, 김진범. 도시 초등학교 아동의 영구 치우식증실태. *대한구강보건학회지* 1999;23(3):207-227.
  13. Newbrun E. *Cariology: Occlusal sealants*. 3rd ed. Chicago:Quintessence;1989:315.
  14. Garcia-Godoy F, Harris NO, Helm DM. Pit and fissure sealants. In Harris NO, Garcia-Godoy F. *Primary preventive dentistry*. 6th ed. NJ Upper Saddle River:Pearson Education;2004:285-318.
  15. 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.
  16. 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(5):296-302.
  17. 김종배, 최유진. *공중구강보건학. 재개정판*. 서울:고문사;2000:164-198.
  18. Crawford PR. Fifty years of fluoridation. *J Can Dent Assoc* 1995;61(7):585-588.
  19. Kargul B, Caglar E, Tanboga I. History of water fluoridation. *J Clin Pediatr Dent* 2003;27(3):213-218.
  20. Arnold, FA, Likins RC, Russel AL, Scott DB. Fifteenth year of the Grand Rapids fluoridation study. *J Am Dent Assn* 1962;65(5):780-785.
  21. Ast DB, Fitzgerald B. Effectiveness of water fluoridation. *J Am Dent Assn* 1962;65(5):581-588.
  22. Wong MA, Gob SW, Oon CH. A ten-year study of fluoridation of water in Singapore. *Dent J Malaysia and Singapore* 1970;10(2):20-40.
  23. Künzel W. Reduction in caries after 7 year of water fluoridation under climate conditions in Cuba. *Caries Res* 1982;16(3):272-276.
  24. Rock WP, Gordon PH, Brandnock G. Caries experience in West Midland school children following fluoridation of Birmingham water in 1964. *Brit Dent J* 1981;150(10):269-273.
  25. 沈彦民, 古向生. 廣州市 芳村自來水加 氟 防 龋 第18年 對8-11 歲 兒童 的 效果 分析. *中山醫科大學學報* 1985;6(3):18-23.
  26. Ludwig TG. Hastings fluoridation project: IV. Dental effects between 1954 and 1970. *New Zealand Dent J* 1971; 67(309):155-160.
  27. Davis GN. Cost and benefit in fluoride in the prevention of dental caries. Geneva:World Health Organization;1974:2-17.
  28. Dossel DP. Cost-benefit analysis of water fluoridation in Townsville, Australia. *Community Dent Oral Epidemiol* 1985;13(1):19-22.
  29. Spencer AJ. Contribution of fluoride vehicles to change in caries severity in Australian adolescents. *Community Dent Oral Epidemiol* 1986;14(5):238-241.
  30. 송연희, 문혁수, 백대일, 김종배. 도시관급수불화사업의 치아우식증예방효과에 관한 조사연구. *서울치대논문집* 1998; 22(2):268-295.
  31. 김진범, 김종배. 도시상수도수불화사업의 효과에 관한 연구. *서울치대논문집* 1988;12(2):1-29.
  32. World Health Organization. Expert committee on water fluoridation: first report. Geneva:World Health Organization, Technical report series 1958;146:3-21.
  33. World Health Organization. Fluorides and oral health. Geneva:World Health Organization, Technical report series 1994;846:16-19, 35.
  34. American Dental Association. *Fluoridation facts*. Chicago:American Dental Association;2005:54.
  35. 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> 2005. 5. 23.
  36. American Dental Association. *Fluoridation facts*. Chicago:American Dental Association;2005:9.
  37. National Oral Health Surveillance System. *Water supply statistics 2002*. [online] <http://www.cdc.gov/nohss/FSSupplyStats.html> 2005. 4. 18.
  38. Clarkson J, McLoughlin J, O' Hickey S. Water fluoridation in Ireland: a success story. *J Dent Res* 2003;82(5):334-337.
  39. Taura K, Haresaku S, Yamamoto T, 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.
  40. 김진범. 수도물불소화사업의 개발 전망. *월간 치과연구* 2004;55(4):21-29.
  41. 진주시청. *진주시통계연보/인구/주민등록인구*. [online] [http://stat.nongae.net/html/2004/2005\\_4\\_20](http://stat.nongae.net/html/2004/2005_4_20).
  42. 진주시상하수도사업소. *진주시 수도물 급수현황*. 내부자료, 2004.

43. World Health Organization. Oral health surveys: Basic methods. 4th ed. 1997.
44. 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.
45. O' Mullane DM, Clarkson J, Holland T, O' Hickey S, Whelton H. Effectiveness of water fluoridation in the prevention of dental caries in Irish schoolchildren. *Community Dent Oral Epidemiol* 1988;5(4):331-344.
46. O' Mullane DM, Whelton HP, Costelloe P, Clarke D, McDermott S, McLoughlin J. The results of water fluoridation in Ireland. *J Public Health Dent* 1996;56(Spec No 5):259-264.
47. 문혁수, 조수현, 안형식, 김종배, 성주현. 수도물불소화사업의 성과에 관한 연구. 서울:보건복지부;2000.
48. 김지영, 이재화, 박혜경, 김은경, 김진범. 울산광역시민의 불소배합세치제 사용률. *대한구강보건학회지* 2003;27(1):149-156.
49. Neenan ME, Easley M, Ruiz M. Water fluoridation. In Harris NO, Garcia-Godoy. Primary preventive dentistry. 6th ed. NJ Upper Saddle River:Pearson Education;2004:189-190.
50. Lemke CW, Doherty JM, Arra MC. Controlled fluoridation: the dental effects of discontinuation in Antigo, Wisconsin. *J Am Dent Assoc* 1970;80:782-786.
51. Künzel W. Effects of an interruption in water fluoridation on caries prevalence of the primary and secondary dentition. *Caries Res* 1980;14:304-310.
52. Whelton H, O' mullane DM, Cronin M. Children's dental health in the Eastern Health Board Region. 1997.
53. Brinkhorn AS, Attwood D, Gavin G, O' Hickey S. Joint epidemiological survey on dental health of 12-year-old schoolchildren in Dublin and Glasgow. *Community Dent Oral Epidemiol* 1992;20:307-308.
54. Nguyen TTH. The experiences of water fluoridation in Ho Chi Minh City-Viet Nam. 수도물불소농도조정사업 국제심포지엄 2005:114-126.
55. Thomson WM. Water fluoridation in New Zealand. 수도물 불소농도조정사업 국제심포지엄 2005:99-110.
56. Kwant GW, Houwink B, Backer Dirks O, Groeneveld A, Pot TJ. Artificial fluoridation of drinking water in the Netherlands: results of the Tiel-Culemborg experiment after 16 and half years. *Netherl Dent J* 1973;80(suppl 9):6-27.

### Abstract

## Evaluation of caries preventive effect from a 6-year community water fluoridation program in Jinju, Korea

Dae-Young Kim<sup>1</sup>, Byung-Jae Kim<sup>1</sup>, Sun-Mi Lee<sup>1</sup>,  
Kwang-Hak Bae<sup>2</sup>, Nam-Ei Kang<sup>3</sup>, Jin-Bom Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Preventive and Community Dentistry,  
School of Dentistry, Pusan National University

<sup>2</sup>Department of Preventive and Public Health Dentistry,  
College of Dentistry, Seoul National University

<sup>3</sup>Oral Health Room, Jinju Public Health Center

**Key Words :** community water fluoridation, dental caries prevention, DMF rate, DMFT index

**Objectives:** The aim of this study is to evaluate the caries preventive effect on permanent teeth by the community water fluoridation program in Jinju, Korea.

**Methods:** Dental surveys were carried out in 2004 on 6 to 14 year old children in Jinju. The data on caries prevalence of the children who lives in unfluoridated medium sized 14 cities and were chosen as samples of the national survey in 2003 was used as the data of control group. The number of the

subjects is 3,623 children in Jinju and 1,256 children in the control group. The obtained data from the survey were analyzed with the SPSS statistical package. The caries preventive effect was estimated by the difference of DMFT indices and DMFS indices between the program group and control group.

**Results:** DMF rate of 12-year olds was 62.6% in Jinju and it was lower compared to control group. DMFT index of 12-year olds was 1.98 in Jinju and it was lower compared to control area. The caries reduction rate of 12-year olds from the community water fluoridation program was estimated as 41.8% respectively by the difference of DMFT index between Jinju and control group.

**Conclusions:** These results suggests that the caries preventive effect on permanent teeth of community water fluoridation program in Jinju is high like other studies.