

수돗물불소화 사업의 효과, 안전성 및 실천성

G.N. Pakhomov, DMS / 세계보건기구 구강보건책임자

안녕하십니까?

우선 한국인의 구강건강증진에 중요한 계기가 될 이런 뜻깊은 자리에 저를 초대해주신 '수돗물불소화 20주년 기념 조직위원회'에 감사 드립니다.

불소의 치아우식증(충치)예방효과와 인체 안전성은 지난 50여년 동안 전 세계적으로 폭넓게 연구되어 왔습니다. 세계보건기구(World Health Organization)를 비롯하여, 수많은 국제 보건단체 그리고 정부 기관은 불소의 효과와 안전성에 대한 과학적인 근거를 입증하고 있습니다.

불소는 물, 토양, 공기 등 자연계에 폭넓게 존재하는 원소이므로, 개인에 따라 음식, 물 등 여러 경로를 통하여 다양한 정도의 불소를 섭취하게 된다는 사실은 그리 놀라운 일이 아닙니다. 20세기초에, 불소 섭취량이 증가함에 따라, 우식(충치)경험도가 감소하고, 1ppm 정도의 불소가 함유된 물을 섭취하는 것이 적당하다고 확인되었습니다.

수돗물불소화 사업의 타당성은 1945년에 미국의 그랜드래피드(Grand Rapids)와 무스케곤(Muskegon)에서 처음으로 검토되었습니다. 당시 그랜드래피드와 무스케곤에 거주하는 주민들의 우식(충치)경험도는 비슷하였다. 그랜드래피드와 무스케곤에 거주하는 주민들의 우식(충치)경험도는 1.2ppm 농도로 자연 불소화된 식수를 섭취하고 있었던 오로라(Aurora) 주민에 비해서는 두 배 가량 높은 수준

이었습니다. 수돗물 불소 농도는 그랜드래피드에서 1ppm으로 상향 조절되었고, 무스케곤에서 0.1ppm이 하인 이전상태로 유지되었습니다. 6년이 경과한 후, 4세 어린이의 우식(충치)경험도는 그랜드래피드에서 절반 수준으로 감소하였으나, 무스케곤에서는 1944년의 기초조사 결과와 유사한 수준이었습니다(표1). 따라서, 1952년에 무스케곤에서도 수돗물을 적정 농도로 불소화하기로 결정하였습니다.

표1. 수돗물불소화사업의 시범지역과 대조지역의 4세 어린이 우식(충치) 경험도 비교(1944-1951년)

조사 연도	우식 경험(충진 혹은 우식) 유지 수		
	Aurora	Grands Rapids(시범지역)	Muskegon(대조지역)
1994년	2.1	4.2	5.1
1951년	-	2.1	4.5

지난 50여년 동안, 수돗물불소화사업은 효과적인 공중보건사업의 하나로써 전 세계적으로 폭넓게 채택되고 있습니다. 미국의 경우, 1997년 당시 50대 대도시 중 42개 도시에서 사업이 실시되고 있었고, 전체적으로 약 1억 6천만명의 미국인이 혜택을 받고 있습니다. 그리고, 호주, 브라질, 캐나다, 칠레, 콜롬비아, 홍콩, 아일랜드, 이스라엘, 말레이시아, 뉴질랜드, 싱가포르, 스페인, 스위스, 영국 그리고 한국 등에서도 실시되고 있습니다.

지난 70여 년간의 다양한 실용실험결과, 식수를 통해 체내에 섭취된 불소는 치아 경조직 발생과정에 편입되어, 치아 법랑질의 산 저항성을 증대시킨다고 확

인되었습니다.

또한 치아 법랑질에 직접적으로 작용한다는 사실이 밝혀져 있습니다. 오늘날, 적정 농도의 불소가 구강에 지속적으로 공급되는 것이 가장 중요하다고 보는데, 구강 내에 잔존하게 되는 낮은 농도의 불소가 치아 법랑질의 탈회를 억제하고, 제 광질화를 촉진하기 때문입니다.

불소 이용법은 치아우식증(충치)의 발생을 실질적으로 감소시켜서, 사람들의 삶의 질을 향상시켰습니다. 유치 우식증 예방율이 40-49%이고, 영구치 우식증 예방율이 50-59%입니다.

많은 연구결과에 의하며, 수돗물불소화는 어린이에게 다음과 같은 이익을 가져다줍니다.

- 치성농양(dental abscesses) 발생 가능성 감소
- 치통(toothache) 발생위험 감소
- 발치와 전신마취 필요 감소
- 구강진료비용 감소

수돗물불소화가 성인에 주는 이득 검토가 다소 포괄적으로 이루어지진 않았지만, 이득이 있다는 사실만큼은 확실히 인정받고 있습니다. 최근에 특히 치근우식증(충치) 예방에 효과적이라는 사실이 입증되고 있습니다.

그러므로, 수돗물불소화 책임(수행) 기관은 보건당국과 정부의 적극적인 지지와 지원을 받아야 합니다. 수돗물불소화는 정수장 기사, 화학자, 영양학자, 치학자, 의학자 등 다양한 보건관련 전문인력의 공동 협력에 의해 진행되어야 합니다.

수많은 연구 결과, 1인 평균 보유 우식(충치)경험 영구치아 수는 대개 0.1ppm 불소 농도에서 7개 정도였으나, 1.0ppm 불소 농도로 조절한 결과 3.5개 정도로 줄어들었습니다. 불소농도가 2.6ppm까지 증가함에 따라, 우식(충치)경험도는 점차 감소하였으나, 역으로 반점치아 발생 역시 점차 증가하였습니다.

1ppm 불소농도에서 반점치아 유병율이 15-20% 정도였지만, 경도 이하였으며, 이 정도의 반점치아는 어린이와 부모 모두에서 미용상 장애를 느끼지 못할 정도입니다.

전 세계적으로 음용수 불소농도와 반점치아 발생과의 관련성에 관한 다양한 역학 연구결과가 보고되어 왔습니다. 반점치아에 관한 첫 번째 보고는 1888년으로 거슬러 올라가야 하는데, 멕시코 두란고(Durango)에서 Kuhns에 의해 검은 치아(black teeth)로 명명된 것이 최초입니다. 이어서, 반점치아는 1900년대 초반에 미국(Black and McKay 1916, Fleischer 1962)을 비롯한 전 세계 여러 나라에서 보고되었습니다.

오늘날 반점치아는 지구상의 모든 대륙에서 수많은 사람들에서 발생되고 있습니다. 전 세계적으로 정확한 반점치아 발생실태는 알 수 없지만, 일부 국가에서의 발생실태에 관한 몇몇 보고들이 있습니다. 예를 들면, 중국의 경우, 약 3천8백만명에서 반점치아가 발생되어 있고, 1백7십만명에서 보다 심한 골격성 불소증이 발생되어 있다는 보고가 있습니다(Anon 1990). Susheela와 Das(1988)의 보고에 의하면, 인도에 약 100만명 가량이 심각한 거동불능의 골격성 불소증을 앓고 있습니다.

중국에서의 '반점치아 대 골격성 불소증'의 상대비율을 감안한다면, 인도에 반점치아 유병자는 약 2천만명에 이를 것으로 추정됩니다. 사실, Mangla(1991)는 인도에 약 2천5백만명의 반점치아 유병자가 있을 것으로 추정한 바 있습니다. 그러므로, 인도와 중국에만, 약 6천만명의 반점치아 유병자가 있고, 아프리카와 동 지중해 연안 등 타 지역의 유병자까지 합친다면, 전 세계적으로 7천만명을 초과할 것입니다.

세계보건기구는 어떤 지역사회에 중등도 혹은 고도 반점치아 유병자가 어느 정도 나타나면, 치아발생

기 연령에서의 불소 섭취량을 감소시키려는 조치를 취할 필요가 있다고 권고하고 있습니다.

수돗물불소화에 근거한 불소 세치제(치약) 이용법

1945년 이후, 불소 세치제의 효과에 관한 연구가 지속되고 있습니다. 1970년경에, 많은 나라에서 불소 세치제를 상품으로 시판하였고, 널리 사용됨에 따라 놀라운 정도의 우식증(충치)감소 효과를 보이고 있습니다.

그 결과, 수돗물불소화가 필요 없는 지역도 생겨났습니다. 예를 들어, 잉글랜드 남부지역은 비불소화 지역인데, 현재 14세 청소년의 1인 평균 보유 우식경험 영구치아 수는 2개 이하입니다. 반대로, 스코틀랜드와 잉글랜드 북부지역은 2~3배 높은 수치로 보고되고 있습니다.

세계보건기구는 우식증(충치)이 고도(high) 혹은 중등도(moderate)로 발생하는 지역사회 혹은 우식증(충치) 발생이 증가되는 양상을 보이는 지역사회에 대해 수돗물불소화 사업을 전개할 것을 권고하고 있습니다. 불소 세치제 이용법은 개인이 직접 구매해서, 규칙적이고 일정한 빈도(2회/1일)로 사용할 때만 그 효과를 기대할 수 있어서, 특히 저소득계층에 불리합니다.

그리고, 경제 수준, 교육 수준, 신체 장애 여부가 장애물로 작용할 수 있습니다. 반면에, 세계보건기구의 전문 위원회 검토결과에 따르면, 수돗물이 공급되는 지역이라면, 수돗물불소화가 개인의 능동적인 실천을 요구하지 않으면서도 전 사회계층에 모두 이득을 가져다 줄 수 있으므로 가장 효과적인 방법입니다.

동일한 지역사회에서는 다양한 불소 복용법(수돗물불소화, 식염 불소화, 우유 불소화, 혹은 불소정제 복용)중에서 한 가지만을 선택할 것을 추천하고 있습니다. 그러나, 불소 세치제 이용법은 여타의 불소 복용법과 함께 보완적으로 사용할 수 있습니다. 다만, 어린 아이가 불소 세치제를 제대로 뱉어내지 못해 삼

키게 되면, 경미도 반점치아의 발생이 증가할 수 있으므로, 부모들은 주의를 기울여야 합니다. 어린 아이가 삼키게 되는 불소 세치제 양을 최소화해야 합니다. 몇몇 지역에서는 어린이용 불소 세치제의 불소농도를 550ppm 정도로 낮추기도 합니다. 이럴 경우, 우식(충치) 예방효과에 대해서는 상반된 결과가 보고되고 있습니다.

잇솔질 후, 불소 세치제를 최소 하루 두 번, 최소량의 물과 함께 양치하도록 해야 합니다.

불소 세치제의 포장에 불소 농도가 표기되어야 하고, 6세 미만의 어린이는 부모 등의 조력자가 지켜보는 가운데서, 콩알 만큼의 소량의 세치제를 짜서 사용해야 합니다.

수돗물불소화에 관한 몇 가지 결론

수돗물불소화는 치아 우식증(충치)를 예방할 수 있는 가장 효과적인 공중 보건 사업입니다. 물은 모든 사람이 필수적으로 섭취하게 되므로, 지역사회 모든 사람에게 이득을 가져다 줄 수 있습니다. 공급량을 적절히 조절할 수 있는 민을 만한 수돗물 공급체계를 갖춘다면, 더 이상의 문제점은 없습니다.

적정한 수돗물 불소 농도를 결정하기 위해서는 다른 경로를 통한 불소 섭취량을 확인할 필요가 있습니다. 수돗물 불소농도는 주로 해당지역의 기온에 영향을 받는 물 섭취량에 근거해서 결정합니다. 이에 덧붙여서, 지역에 따른 문화적 특성, 특히 음식 문화에 따른 고려가 필요합니다.

수돗물불소화 이외의 불소 이용법들

식염 불소화법(Salt fluoridation)

식염 불소화는 수돗물불소화를 할 수 없는 지역사회에서 대용법으로 고려됩니다. 여러 연구 결과, 식염 불소화의 우식(충치) 예방효과는 입증되어 있습니다. 그런데, 식염 불소화를 위해서는 중앙 집중방식의 고도의 기술적 협력이 뒤따라야 합니다.

식염의 불소농도는 식염 섭취량과 다른 경로에 의한 불소 섭취량에 근거하여야 합니다. 식염 포장에 불소농도가 분명히 기입되어야 합니다.

우유 불소화법(Fluoridated milk)

우유 불소화는 학교 구강보건사업의 일환으로, 특히 어린아이에서 활용할 수 있는 불소 이용법입니다. 많은 연구에서 연간 200일 이상 마신다면, 효과적인 우식(충치) 예방법이라고 보고되어 있습니다.

불소 보충제 이용법(Fluoride Supplements)

불소 정제는 우식(충치) 고위험군에 추천될 수 있고, 별도의 불소이용법이 이용되지 않는 지역사회에서 고위험 집단에서 이용될 수 있습니다. 불소정제 이용법이 효과적이라는 명확한 보고는 없습니다. 불소 보충제 이용법은 국소도포 효과를 기대하는 방법입니다. 삼키기 전에 빨거나 씹어서, 구강에서 용해되어야 합니다. 불소 보충제를 부적절하게 사용하게 되면, 반점치아 발생이 증가할 가능성도 있습니다.

용량은 수돗물의 불소농도에 의해 결정되어야 합니다. 적정 용량은 전문가에 의해 처방되어야 합니다. 몇몇 국가에서 사용하고 있는 처방기준은 다소간 차이를 나타내고 있습니다. 조심스럽게 관찰하고, 다른 불소 섭취량을 고려하여 지속적으로 처방기준을 갱신하여야 합니다.

불소용액 양치법(Fluoride Mouthrinses)

고 위험 집단에서 불소용액 양치법은 효과적인 공중 보건사업의 하나입니다. 매일 양치하는 방법 혹은 지역사회의 요구에 따라 다른 주기로 양치하는 방법 모두가 사용될 수 있습니다. 불소 용액 양치법은 6세 미만의 어린이에서는 추천되지 않는 방법입니다. 개인용으로 판매되는 불소용액은 적절한 교육과 더불어, 특별한 개인적 필요에 의해 처방되어야 합니다.

전문가 불소겔 도포법(Professionally applied gels)

전문가 불소겔 도포법은 우식(충치) 고위험군에 추천될 수 있습니다. 불소 농도가 상당히 높기 때문

에, 전문가에 의해 조심스럽게 시행되어야 합니다.

불소 바니쉬 도포법(Fluoride Varnishes)

불소 바니쉬 도포법은 우식(충치) 고위험군에 추천될 수 있습니다. 또한, 구강진료 혹은 일반 진료로 인해 고위험군이 된 환자에 추천될 수 있습니다.

다양한 경로에 의한 불소 공급

(Fluoride exposure from multiple sources)

불소는 전 세계에 자연적으로 존재하는 원소입니다. 인간이 섭취하는 모든 음식과 음료수에 불소가 존재하므로, 모든 사람들은 어느 정도의 불소를 섭취하게 됩니다. 불소는 음식과 음료수, 불소화된 물, 불소 세치제, 불소 양치액 등 다양한 경로를 통해 이용되고 있습니다.

불소는 치아우식증(충치)을 예방하지만, 반점치아 발생을 증가시킬 수도 있습니다. 이러한 연유로, 불소 공급량은 적절히 조절될 필요성이 있습니다. 특정한 불소이용법을 고려할 때, 전체적인 불소 공급량에 대한 검토가 함께 이루어져야 합니다.

건강영향평가(Health risk assessment)

적절한 농도의 불소는 효과적으로 치아우식증(충치)을 예방하고, 인체에 안전하다는 매우 많은 과학적인 보고들이 있습니다. 그러나, 발생중인 치아에 초과된 불소가 공급되면 반점치아를 일으킬 수 있습니다. 물론, 치아우식증(충치) 예방에 사용되는 불소 농도에서는 가장 경미한 반점치아가 발생되고, 미용상 관심의 대상이 될 뿐입니다.

섭취 량에 대한 적절한 감시만 이루어진다면, 불소 이용법은 구강건강을 유지하는데 가장 중요한 공중 보건사업임에 틀림없습니다.

본 내용은 지난 6월 서울을 비롯한 주요 도시에서 개최된 수돗물불소화 20주년 기념 국제학술회에서 발표된 'Effectiveness, Safety and Practicability of Community Water Fluoridation' 라는 제목의 발제문을 국문으로 번역한 내용입니다.