

# 불소이온국소도포

강릉대학교 치과대학 예방치학교실  
조교수 마 득 상

## I. 불소이온도포의 의의

불소화합물의 치아우식예방효과에 대해서는 이미 널리 알려져 있다. 불소는 무색, 무취의 할로겐족 기체상태의 원소로서 자연계에서 단독으로는 존재하지 못하고 다른 원소와 화합물을 이루어 존재한다.

미국의 플로리다 주 온천지역 주민에서 치아에 반점치가 많은 것을 보고 원인조사를 하는 일련의 과정에서 반점치는 음료수중에 포함되어 있는 과량의 불소이온에 의해 생기며 또한 치아우식증의 발생이 적다는 사실을 알게 되었다. 그 후 불소이온농도를 적정하게 조절하여 반점치는 생기지 않으면서 치아우식을 예방하려는 연구와 노력이 꾸준히 이루어졌다. 그 결과 현재로서는 가장 우수한 치아우식예방제로 세계 어디에서나 널리 사용되고 있다.

불소이온은 일반적으로 치아의 구조인 수산화인회석의 수산기와 궁극적으로는 치환됨으로써 불화인회석구조로 전환되어 법랑질의 격자구조를 더욱 치밀하게 함으로써 치질의 강도를 높이고 내산성을 높여서 우식을 예방하는 작용과 구강내 세균에 작용하여 세균의 대사과정을 억제하므로써 우식을 예방하는 작용을 한다고 알려져 있다.

불소이온을 이용하는 방법은 비교적 저농도의 불소이온을 음료수 등을 통하여 복용시키는 불소이온복용법과 고농도의 불소화합물을 직접 치아표면에 발라서 그 일부가 치아 법랑질에 침투되도록 하는 국소도포법으로 분류된다.

불소이온복용법중 대표적으로 사용되고 있는 수도물불화법은 미국을 비롯한 많은 국가에서 시행하여 우식예방에 좋은 효과를 보아왔고, 우리나라에서도 1981년부터 진해시와 청주시에서 시범사업을 거쳐 과천시 등 30 여개 도시로 확대 실시 중에 있다. 수도물이 불화되어 있지 않은 지역주민과 수도물 불화지역이라도 부가효과를 위하여 국소도포법을 사용한다. 구강진료실에서 하는 불소이온도포방법은 일반적으로 불소이온용액을 바르는 방법과 불소이온젤을 트레이에 담아서 구강내에 3~4분간 물고 있게 함으로써 도포하는 방법이 있다. 최근에는 많은 양의 불소이온을 치아에 침투시키기 위하여 전극을 이용하여 불소이온용액을 이온화시킨 다음 치아법랑질에 침착시키는 방법도 개발되어 사용하고 있다.

## II. 이론적 배경

불화물이 치아의 법랑질과 결합하여 불화인회석이 되는 기구(mechanism)는 정확히 밝혀져 있지 않다. 실험적으로는 불소이온농도가 낮은 75~100ppm 정도의 불소화합물 용액을 사용할 때, 치아 구조인 수산화인회석 구조로 변화됨을 볼 수 있다. 그러나, 높은 농도의 불소화합물용액을 사용시에는 대부분은 일단계로 불화칼슘 형태를 형성하게 된다. 만약 산용액을 치아표면에 바르면 일차적으로 인산칼슘 형태로 용해되고, 이 과정에서 용해되어 나온

칼슘이온이 불화물과 결합하게 되어, 불화칼슘을 만 들게 된다. 또한 산용액의 용해로 생긴 인산칼슘은 불안정한 상태이기 때문에, 여분의 불소이온성분과 결합되어 불화인회석으로 변하게 되고, 이 과정에서 생긴 불화칼슘이 치아표면에서 계속 불화인회석을 형성하는데 기여하게 되는 것이다. 즉, 불소이온국 소도포후의 최종생산물은 불화인회석이고 이 과정 에서는 불소화합물의 농도와 용액의 수소이온농도 가 크게 작용하고 있는 것이다. 불소이온국소도포후 불화칼슘이 생성된 후에, 불안정한 불화칼슘이 치아 표면에 부착되어서, 불화인회석으로 변화되는 기간 은 보통 1주 이상이 소요되며, 이 과정에서 많은 양 이 구강 내에서 소실된다. 그러므로, 일정 간격으로 반복 도포해 주어야 법랑질내의 불소이온 침착량을 높일 수 있다. 또한 불소결합은 치아표면으로부터 5 ~10 $\mu$  정도의 깊이로 형성되며, 이 양은 불소이온의 도포기간 및 회수와 도포시간 등에 따라 영향을 받 게된다.

### III. 불화물의 종류

보통 분말형이나 결정형으로된 불소화합물은 이 를 사용하기 전에 적정량의 물을 타서 용액의 형태 로 만들어 사용토록 한다. 이때 용기는 플라스틱 용 기나 폴리에틸렌병 또는 pyrex병을 사용해야만 한 다. 젤형태로 되어 있는 불소화합물은 일반적으로 기성품으로 제조회사에서 플라스틱 용기에 담겨져 있기 때문에 내용물을 짜서 쓰면 된다.

표 1. NaF SnF2 APF의 특성과 효과

특 성	NaF	SnF2	APF
농도	2%	8%	1.23%F <sup>-</sup>
ppm F <sup>-</sup>	9,200	19,500	12,300
도포빈도	3 7 10 13세에 1주간격 4회	연 1-2회	연 1-2회
맛	양호	불쾌한 맛	신(산성) 맛
안정성	안정	불안정	안정(플라스틱용기)
치아변색가능여부	없음	있음	없음
치은자극	없음	때때로 있음	없음
효과(연구평균)	29%	32%	28%

불소화합물은 독성이 있으므로 항상 용기에 내용 물 표시를 하는 표식을 붙이고 주의있게 보관해야 한다. 일반적으로 구강진료실에서 사용하는 불소화 합물의 종류와 특성은 다음과 같다.

#### 1) 불화나트륨(NaF)

고운 분말로 되어 있어 적정량의 물을 타서 사용 한다. 일반적으로 2%로 만들어 사용하고 1회 불소 이온국소도포시 0.2gm의 불화나트륨을 증류수 10ml에 용해시키면 적당하다. 시중에서는 보통 500gm짜리 불화나트륨 분말을 판매하고 있으므로 이를 구입하여 0.2gm씩 분배하여 약포지에 포장하 여 준비해 두는 것이 진료시 편리하다. 또한 플라스 틱 용기에 2%로 불화나트륨 용액을 많이 만들어 저장해 두어도 불화나트륨용액은 안정성이 있으 로 수소이온농도 등에는 변화가 없다.

일반적으로 유효사용기간은 6개월 정도로 알려져 있다. 불화나트륨은 무색 무취 무자극함으로 아동에 게 사용하기 좋고 일정한 주기로 반복 도포하는 것 이 좋다. 또한 나트륨이온과 불소이온이 주로 이온 결합으로 이루어져 있어 전기자극에도 비교적 쉽게 이온분리가 잘 되므로 이온도입법의 재료로 쓰기에 좋다.

#### 2) 불화석(SnF2)

불화석은 입자가 비교적 굵은 분말형태로 되어 있 거나 소량으로 나누어져서 capsule 형태로 시판된 다. 보통 아동에 있어서 8% 용액 도포가 권장되며 이는 0.8gm의 분말을 증류수 10ml에 녹여야 한다. 성인에 있어서는 일반적으로 10%의 용액을 사용한다. 불화석용액은 강한 산성을 띠고 있어 수소이온 농도가 2.4~2.8까지 내려간다. 또한 불화석용액은 매우 불안정하기 때문에 산화주석의 흰 침전물을 만들기도 한다. 그러므로 매 진료시마다 불소용액을 만들어야 한다.

또한 불화석은 쓰고 뺀 맛을 내며 반복 도포시 치은에 자극을 주고 치아를 변색시킬 수도 있기 때 문에 아동에 있어서는 잘 사용하지 않으며, 도포시

에도 타액을 통하여 구강점막에 불소용액이 묻지 않도록 해야한다.

### 3) 산성불화인산염(APF)

산성불화인산염은 일반적으로 용액이나 젤형태로 되어 있고 비교적 안정하다. 적정농도는 1.23%를 사용하며, 수소이온농도(pH) 보통 3.5 정도이다. 젤 형태로서는 최근에 thixotropic gel 형태로 제조되어 사용되기도 하며, 이는 젤 형태이지만 본질은 젤이 아니므로 트레이를 물고 약간 씹는 듯이 압력을 가하면 용액처럼 작용하여, 치간사이나 치아의 세밀한 부위까지 잘 도달되도록 하는데 유용하게 쓰이고 있다.

포슬린이나 콤퍼짓레진 수복물이 산성불화인산염에 반복적이거나 장기간 노출될 경우 재료가 손실되거나 표면이 거칠어져 미용적인 측면에서 문제를 야기할 수 있다. 따라서, ADA에서는 이런 종류의 수복물을 가진 환자에게 산성불화물을 도포하는데 신중을 기할 것을 제안하였다.

### 4) 불소이온도포시기

일반적으로 치아우식예방을 목적으로 불소이온 국소도포를 실시할 때는 대략 3세부터 25세 정도의 청년층까지가 적절한 대상이 될 수 있다. 대한치과 의사협회에서 조사 보고한 한국인의 우식발생에 관한 통계를 보면 대략 청년기까지는 신생 우식치율이 증가하다가 그 후로는 점차 둔화되는 경향을 보이고 있고, 또한 청소년기까지는 영구치가 계속 맹출되고 있는 시기이므로 이로부터 수 년간은 치면 열구전색과 더불어 불소이온도포를 해 주는 것이 임상적으로 효율적이라고 볼 수 있다. 장년기와 노년기에서는 치근노출에 따른 치근우식예방법으로 활용할 수 있다.

불화소다용액의 경우 1948년 미국의 Public Health Service에서 3, 7, 10, 13세에 각각 일주 간격으로 4회 도포할 것을 권장하였다. 이는 유치의 완성시기 혼합치열시기 영구치열완성시기 등을 고려한 것이나, 그 시기가 규칙적이지 않고, 치아의 맹

출시기가 사람마다 매우 다르므로 최근에는 불소이온도포를 위하여 처음 내원하였을 때 2주에서 4주 이내에 4회를 도포하고, 이후에는 일반적인 구강건강 계속관리주기인 6개월 혹은 12개월 간격으로 진료실에 내원하였을 때 정기구강검진과 더불어 불소를 도포할 것을 권장한다. 치아가 구강내 맹출한 직후부터 1년을 경과하지 않은 시기가 불소도포효과를 가장 극대화할 수 있는 시기이기 때문에 학령기에 6개월 내지 12개월 간격으로 불소를 도포해 주면 좋다.

표 2. 도포시기에 따른 우식예방효과비교

연구	불소제제	우식감소율(%)	
		맹출이후	맹출직후
1. Averill HM 등 (1967)	NaF	19	43
2. DePaola PF 등 (1973)	APF	21	36
3. Downer MC 등 (1976)	APF	31	56
4. Horowitz HS 등 (1969)	SnF2	21	61
5. Muhler JC (1960)	SnF2	44	84
6. Szejda LF (1972)	APF	22	63

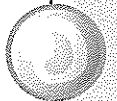
### 5) 불소이온도포대상자

일반적으로 다음의 경우에 해당하는 자에 대하여 불소이온도포를 권장한다.

- ① 과거에 우식경험을 하였거나 평활면에 새로운 우식이 발생된 사람
- ② 구강내 치아가 맹출한지 얼마되지 않은 어린이, 특히 우식경험이 있는 어린이는 더욱 대상이 된다.
- ③ 타액이 감소하는 약제를 복용하거나 질환을 가진 사람, 그리고 두경부 방사선조사를 받은 환자.
- ④ 치주치료로 치근이 노출된 환자.
- ⑤ 계속가공의치나 국소의치를 가진 환자.
- ⑥ 정신적으로나 육체적으로 장애를 가지고 있어서 치아우식발생이 우려되는 사람.

## IV. 불화물 도포방법

불화물을 국소도포하는 방법은 여러 가지가 있으나 일반적으로 사용되고 있는 방법인 용액을 면봉



에 묻혀서 도포하는 방법과 트레이를 이용하여 도포하는 방법을 설명하고자 한다.

1) 용액도포법

① 치면세마(Oral Prophylaxis)

과거에는 불소이온도포를 하기전 치면세마는 필수적인 과정으로 인정하였다. 왜냐하면, 치아표면의 치구(pellicle)과 음식물잔사가 그 아래에 있는 치면에 불소이온이 도포되는 것을 방해한다고 인식하였기 때문이다. 그러나, 1980년 이후 여러 논문에서 이러한 연성부착물이 불소이온 도포효과를 감소시킨다는 어떠한 증거도 발견하지 못하였다. 그러므로, 현재의 개념은 불소이온 도포전 치면세마는 필수과정으로 권장하지는 않고, 다만 대상자의 구강상태가 치면세마 자체를 필요로 하는 상태일 때만 시행한다. 치석제거후 치면연마과정에서 글리세린 등이 포함된 퍼미스를 사용하면 안된다.

② 치아분리

면봉으로 치아를 타액으로부터 분리시킨다. 하악은 구치부에 협면과 설면에 각1개씩 좌·우로 도합 4개를 사용하도록 하고 필요하면 전치부에도 순면과 설면에 넣을 수 있다. 상악은 구치부 협면에만 좌·우로 각 1개씩 2개의 면봉이 필요하며, 경우에 따라서 전치부 순면에 1개를 추가할 수 있다. 이때 치면을 분리하기 쉽게 하악 협설면 동시에 면봉을 놓도록 고안된 Garmer's clamp를 이용할 수도 있다.

③ 치면건조

치면을 건조시킨다. 타액이 남아 있으면 불소이온 용액의 농도가 낮아지게 되고 타액을 통하여 구강내 연조직으로 불소이온용액이 흘러 들어갈 경우가 많으므로 적절히 건조시켜야 한다.

④ 불소도포

면봉에 불소이온용액을 묻혀서 치면에 도포하는 과정을 말한다. 도포순서는 일반적으로 전악을 4등분한 다음, 치면을 협면 설면 교합면으로 구분하여 일정한 순서로 발라 준다. 도포시간은 약 4분 정도 실시하며, 계속 반복하여 분악당 15~30초 간격으로

치면이 건조해지지 않도록 도포한다. 그 후 치실에 불소이온용액을 묻혀서 인접면 사이에 치실질을 실시함으로써 인접면에도 적절히 불소이온용액이 도포되도록 한다. 치아사이에 간격이 있을 경우 치실 대신에 불소이온을 묻힌 gauz strip을 사용해도 효과적이다.

이 때 주의할 점은 아동에 있어서 여분의 불소이온용액을 가능한 삼키지 않도록 하기 위하여 진료 의자를 바로 세워서 시술하고, 잉여의 불소이온을 빨아들이도록 흡입(suction)장치를 병행하는 것이 좋다. 그리고, 불소이온도포 직후 물로 입안을 헹구어 내면 안되고 30분 이내에는 물이나 음식을 먹지 않도록 주시시켜 도포효과를 극대화하여야 한다.

2) 트레이(Tray)를 이용한 젤도포법

① 치면세마

용액도포에서와 마찬가지로 이 과정이 필수조건은 아니다.

② 불소이온젤 준비

대상자의 악구강의 크기에 따라 기성트레이의 대, 중 소 중 하나를 선택한다. 대상자에 맞도록 개별 제작할 수도 있으나 이 경우 경제적인 측면이 고려되어야 한다. 그 후 트레이의 내면에 불소이온 젤을 골고루 담는다. 이때, 구강에 삽입후 불필요한 잉여의 젤이 트레이 밖으로 흘러 넘치지 않도록 너무 많이 담지 않는다.

③ 치아분리

④ 치면건조

⑤ 전준비

여분의 불소이온 젤을 면봉에 묻혀서 치간이나 교합면의 열구 부위 및 교정용 bracket 주위의 치면 등, 치면의 세밀한 부위에 미리 불소이온 젤을 발라 주는 것도 도움이 된다. 치간에는 사이는 unwaxed floss나 한두줄모 잇솔에 불소이온 젤을 묻혀서 발라 주어도 좋다.

⑥ 불소이온젤 도포

불소이온젤이 담긴 트레이를 구강내에 넣고 가능

한 한 치면에 많이 당도록 조정한다. 제조회사에 따라서 상하악을 동시에 도포할 수 있도록 상하악 트레이가 연결되어 있는 것도 있으나 환자가 구토반사 등 예민하면 상하악을 각각 따로 시술하는 것이 좋다. 상하악 치아를 지긋이 다물어 전체 치면에 불소이온젤이 묻도록 하여 4분 정도 묻고 있게 한다. 젤 제조회사에 따라 1분을 도포하라고 지시된 것도 있으나, 많은 연구에 의하면 도포시작 1-2분 경과 후에 범랑질의 불소이온 침착이 급격히 증가한다고 보고하고 있으므로, 가급적이면 4분 정도 구강내에서 유지를 시켜주는 것이 좋다. 이때에도, 잉여의 불소를 삼키지 않도록 타액흡입장치를 같이 사용하여야 한다.

⑦ 후처리

불소이온젤을 4분 정도 도포한 다음 구강내에서 트레이를 제거하고, 면봉이나 거즈를 이용하여 치면에 묻은 여분의 불소젤 성분을 닦아내어 준다. 그리고, 대상자로 하여금 수회 동안 침을 뱉아내는 과정과 유사하게 구강내 여분의 불소젤을 스스로 빨아서 빨아 내도록 지시한다. 도포직후 물로 입안을 양치하는 것은 금물이며, 도포 후 30분 이내에는 효과의 극대화를 위하여 물을 마시거나 음식물을 먹지 않도록 주의시켜야 한다.

V. 불소이온도포시 주의사항

불소이온은 치아우식예방과 같은 인체에 약리작용도 있는 반면 과량 섭취시 위해작용도 있으므로 복용이나 도포시 주의를 요한다.

표 3. 잉여불소섭취방지를 위한 7가지 권고

1. 진료대를 바로 세울 것(Upright position)
2. 진료과정중 타액을 가급적 삼키지 않도록 철저히 당부할 것
3. 젤을 트레이에 너무 많이 담지 말 것
4. 대상자의 구강크기에 적당한 트레이를 선택할 것
5. 도포과정중 타액흡입장치를 사용할 것
6. 젤도포 직후 거즈를 이용하여 치면의 여분불소를 닦아 낼 것
7. 도포후 대상자가 여분의 불소를 충분히 빨아내도록 할 것

불소이온 국소도포시 이론적으로 10~30mg 정도의 불소화합물을 직·간접으로 섭취하게 되지만, 이 정도는 부작용을 우려할 정도의 양은 아니다. 그러나, 예민한 환자에 있어서는 오심과 구토를 동반할 수도 있다. 그러므로, 국소도포시에는 도포과정중에 타액을 통한 섭취를 방지하기 위하여 도포시 진료 의자를 바로 세우고, 타액흡입기를 구강내에 넣어 잉여의 불소화합물을 삼키는 것을 방지하며, 또한, 트레이에 너무 많은 양의 불소화합물을 담지 않도록 하는 것이 좋다.

참 고 문 헌

1. 김종배, 백대일, 문혁수, 최유진, 신승철 등. 임상예방치학 제3판. 고문사. 2000.
2. Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA. Fluoride in dentistry, 2nd ed. Munksgaard. 1996.
3. Harris NO, Christen AG. Primary preventive dentistry 4th ed. Appleton & Lange. 1995.
4. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intake: calcium, phosphate, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington, DC: National Academy Press, 1997.