

# 대규모 불산 누출사고가 지역사회 의 눈 건강에 미치는 영향

김용준<sup>1</sup> · 박상혁<sup>2</sup> · 최경식<sup>1</sup>

순천향대학교 의과대학 서울병원 안과학교실<sup>1</sup>, 순천향대학교 의과대학 구미병원 안과학교실<sup>2</sup>

**목적:** 경상북도 구미 지역에서 발생한 불산 누출사고 후 지역사회에서 관찰된 안과적 단기 임상양상을 보고하고자 한다.  
**대상과 방법:** 2012년 9월 27일 발생한 불산 누출사고 후 2012년 10월 31일까지 순천향대학교 구미병원에서 안과진료를 받은 327명을 대상으로 하였다. 환자의 특성 및 주관적인 안과적 증상, 이학적 검사를 통한 안과적 징후를 후향적으로 분석하였다.  
**결과:** 안과진료를 받은 327명 중 203명(62.1%)이 사고지점으로부터 1,000 m 이내에서 불산에 노출되었으며, 3일 이상 불산에 노출된 환자는 131명(40.1%)이었다. 불산 노출 후 증상발생까지는 평균  $3.1 \pm 3.5$ 일이 소요되었다. 가장 흔한 안과적 증상은 안구통증(49.5%)과 결막충혈(37.9%)이었다. 이학적 검사상 결막충혈 및 각막미란이 142명(43.4%) 및 78명(23.9%)로 가장 많이 관찰되었으며, 그 외 결막수포 및 결막유두 등이 관찰되었으나 시력에 영향을 미칠만한 소견은 보이지 않았다.  
**결론:** 지역사회에서 누출사고로 인하여 불산에 노출된 환자들의 임상양상을 살펴보았을 때 안구 표면에 심각한 변화를 유발하지는 않았으며 이는 누출 사고 후 대기 중 불산 농도가 높지 않았기 때문인 것으로 생각한다.  
(대한안과학회지 2013;54(11):1663-1668)

불산(Hydrofluoric acid)은 무색 무취의 액체 혹은 기체로서 다양한 산업 분야에서 사용된다.<sup>1,2</sup> 합성하려는 물질이나 사용 용도에 따라 다양한 농도의 불산 용액이 이용되고 있으며, 에어컨 냉매나 세정제 등 가정에서 사용하는 많은 제품에서도 불산이 원료로 사용되고 있다.<sup>2</sup> 이러한 불산은 다른 산성 물질 등과 마찬가지로 부식성을 가지고 있으며, 인체와 접촉시 불소이온과 수소이온으로 분리되어 국소적 혹은 전신적인 독성을 나타낸다. 인체에 흡수된 불소이온은 국소적 혹은 전신적인 독성과 연관이 있으며, 수소이온은 피부 및 안구, 호흡기계에 영향을 미치게 된다.<sup>3-6</sup>

1987년 미국 텍사스에서 24톤 가량의 불산이 지역사회로 누출되는 사고가 있었으며, 이후 이를 바탕으로 불산 누출이 인구집단에 미치는 영향이 보고되었다.<sup>1</sup> 이 경우를 제외하면 지금까지 불산 누출 후 인체 반응에 대한 연구는 주로 사고로 인해 노출된 개인에 대한 증례보고를 통해 이루어져 왔으며, 불산이 피부 및 심혈관계, 호흡기계에 미치는

영향 등이 주로 보고되었다.<sup>2,7,8</sup>

2012년 9월 27일 경상북도 구미시에서 약 8톤 가량의 불산이 지역사회로 누출되는 사고가 있었다. 불산의 대량 누출로 인해 공장 근로자 5명이 사망하였고, 약 12,000여 명이 건강검진을 시행하였으며 이외에도 농작물, 축산물 및 차량 등에 대한 피해가 있었다. 순천향대학교 구미병원에서도 불산 누출 사고 후 건강이상을 호소하는 환자 2,000여명에 대한 진료를 시행하였으며 이 중 일부는 안과검진을 실시하였다.

본 연구에서는 지금까지 보고된바 없었던 대량 불산 누출이 지역사회의 눈 건강에 미치는 영향에 대해 분석하여 보고하고자 한다.

## 대상과 방법

불산 누출이 발생한 2012년 9월 27일부터 2012년 10월 31일까지 불산 누출사고 이후 발생한 증상으로 순천향대학교 구미병원에 내원한 환자를 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하여 불산 누출이 지역사회 눈 건강에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 구미시청의 피해현황집계에 따르면 불산 누출사고 이후 12,243명이 사고와 관련하여 검진을 시행하였으며 이 중 2,397명이 순천향대학교 구미병원에 내원하였다. 총 2,397명 중 안과진료를 받은 환자는 327명(13.6%)이었다. 안과진료를 받은 327명을 대상으로 초진 시 문진과 안과검사를 시행 후 치료 및 경과관찰하였다.

■ Received: 2013. 4. 12.      ■ Revised: 2013. 6. 20.

■ Accepted: 2013. 9. 9.

■ Address reprint requests to **Kyung Seek Choi, MD**  
Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University  
Seoul Hospital, #59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 140-743, Korea  
Tel: 82-2-709-9354, Fax: 82-2-710-3196  
E-mail: ckseek@naver.com

\* This work was supported by the Soonchunhyang University Research Fund.

문진을 통해 안구표면질환의 과거력 및 전신질환 병력, 직업, 사고현장으로부터 거주지까지의 거리, 불산에 노출된 후 증상 발현까지의 시간 및 환자의 주소(chief complaint)와 함께 주관적으로 느끼는 안과적 증상을 모두 조사하였다. 안과검사로써는 시력, 안압, 세극등현미경 검사 및 안저검사를 시행하고 각결막 미란의 정도에 대해 Oxford scheme에 따라 Grade 0에서 V까지 정량화하였다.<sup>9</sup> 눈물막 파괴시간 검사(TF-BUT 검사)는 0.25% 플루레신 용액을 하결막낭에 점안 후 수차례 깜빡이게한 후 환자 스스로 눈을 뜨게하고 깜빡이지 못하게 한 후 각막에 흑점이나 줄이 생기는 시간을 초 단위로 기록하였다.<sup>10</sup>

## 결 과

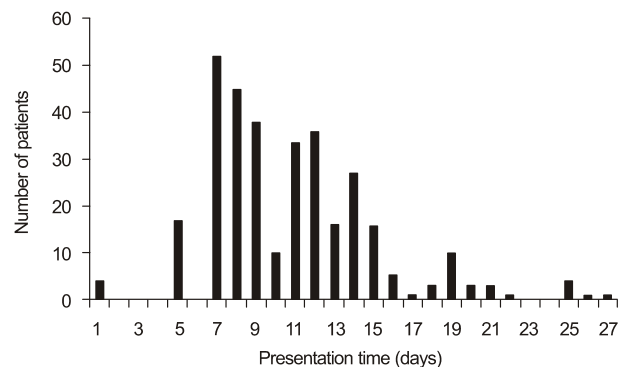
총 327명의 환자가 불산 누출 사고와 관련하여 안과진료를 시행하였으며, 이중 남자가 158명, 여자가 169명이었고 평균연령은  $43.24 \pm 13.96$ 세였다. 순천향대학교 구미병원에서 처음으로 진료를 본 환자는 297명이었으며 30명(9.2%)의 환자는 불산 노출 이후 다른 병원에서 진료를 받은 후 내원하였다. 내원환자 중 94명(28.7%)이 현재 흡연을 하

고 있었으며, 18명(5.5%)은 흡연의 과거력이 있었다. 전신질환의 과거력이 있는 환자는 총 36명으로 당뇨병이 있는 경우가 12명(3.7%), 고혈압이 있는 경우가 11명(3.4%), 당뇨병과 고혈압을 동시에 치료받는 경우가 3명(0.9%)이었으며, 3명(0.9%)의 환자는 천식의 과거력이 있었고, 과거 폐결핵을 진단받고 치료하였던 환자가 7명(2.1%)이었다. 안과적 과거력이 있었던 환자는 7명으로 5명(1.5%)이 건성안으로 치료 중이었으며 2명(0.6%)은 각막굴절교정수술을 받았었다. 불산 노출 후 증상을 느낄 때까지의 기간은 평균  $3.1 \pm 3.5$ 일이었다(Table 1). 4명(1.2%)의 환자가 사고 1일째 병원에 내원하였으며, 17명(5.2%)의 환자가 사고 5일 이내에 내원하였다. 10일 이내에 병원에 내원한 환자가 145명(44.3%), 20일 이내 내원한 경우가 151명(46.2%)이었으며, 10명(3.1%)의 환자는 사고 이후 20일 이상 경과하여 초진을 시행하였다(Fig. 1).

진료를 시행한 환자 중 285명(87.2%)이 인근지역 주민이었으며, 이 중 130명(39.8%)은 사고지점 주변 회사에서 근무하고 있었다. 다른 42명은 사고현장 수습이나, 취재를 위해 방문한 경우 등이었다. 이들 중 사고지점으로부터 노출지점까지 100 m 이내인 경우가 43명(13.2%), 500 m 이내인 경우가 63명(19.3%), 1,000 m 이내인 경우가 97명(29.7%)이었으며, 124명(37.9%)의 경우 사고지점으로부터 1,000 m 이상 떨어진 곳에서 누출된 불산에 노출되었다. 불산에 노출된 시간의 경우 6시간 이내가 146명(44.6%), 1일 이내가 38명(11.6%)이었으며, 12명(3.6%)

**Table 1.** Demographic characteristics of visited patients after accidental release of hydrofluoric acid

Variables	
Number of patients	327
Sex ratio (male / female)	158 / 169
Age (years)	$43.24 \pm 13.96$
Previous treatment	30 (9.2%)
Smoking	
Current smoker	94 (28.7%)
Ex smoker	18 (5.5%)
No	215 (65.7%)
Systemic disease	
Diabetes	12 (3.7%)
Hypertension	11 (3.4%)
Diabetes + Hypertension	3 (0.9%)
Asthma	3 (0.9%)
Tuberculosis	7 (2.1%)
Ophthalmologic history	
Dry eye disease	5 (1.5%)
Corneal refractive surgery	2 (0.6%)
Accident to symptom (days)	$3.1 \pm 3.5$



**Figure 1.** Presentation time (in days) of cases to hospital after hydrofluoric acid release. Note that Day 2, 3, 4, and 6 were national holidays in the Republic of Korea.

**Table 2.** Distance from chemical plant and exposure time to hydrofluoric acid

Distance	N (%)	Exposure time	N (%)
≤50 m	25 (7.6)	≤6 hours	146 (44.6)
≤100 m	18 (5.5)	≤1 day	38 (11.6)
≤500 m	63 (19.3)	≤2 days	7 (2.1)
≤1,000 m	97 (29.7)	≤3 days	5 (1.5)
>1,000 m	124 (37.9)	>3 days	131 (40.1)

의 환자는 3일 이내, 131명(40.1%)의 환자는 3일 이상 불산에 노출되었다(Table 2).

불산 노출 후 주관적으로 느끼는 증상의 경우 안구 통증이 162명(49.5%)으로 가장 많았으며, 결막충혈을 호소하는 경우가 124명(37.9%)으로 두 번째로 흔하였다. 다음으로는 이물감이 88명(26.9%), 눈물흘림이 61명(18.7%), 소양감이 33명(10.1%) 순으로 흔하였으나 주관적인 시력저하를 호소하는 경우는 없었다(Table 3).

안과검사상 초진 당시 최대교정시력(logMAR)은 우안  $0.10 \pm 0.23$ , 좌안  $0.08 \pm 0.19$ 였으며 안압은 우안  $14.6 \pm 3.3$  mmHg, 좌안  $14.6 \pm 3.0$  mmHg이었다. 세극등 현미경 검사를 시행하였을 때 151명(46.2%)은 정상소견이 관찰되었으며, 142명(43.4%)에게서 경도의 결막충혈소견, 78명(23.9%)에게서 Grade I 또는 II의 각막미란 소견이 관찰되었다. 1명의 환자에게서 작은 각막손상(corneal abrasion)이 관찰되었으나, Grade III 이상의 각막미란 소견을 보이는 경우는 없었다. 이외 결막여두가 79명(24.2%)에서, 결막여포가 47명(14.4%)에서 관찰되었다. 눈물막파괴시간이 5초 이내인 경우는 38명(11.6%)이었다(Table 4).

환자의 증상과 징후에 따라 Hyaluronic acid 0.1% (Hyalain 0.1%, Santen, Japan) 및 levofloxacin 0.5% (Cravit, Santen, Japan) 및 Fluorometholone 0.1% (Flumetholon 0.1%, Santen, Japan) 점안액을 이용하여 치료를 시행하였다. 278명(85.0%)의 환자는 초진 후 안과에 방문하지 않았으며, 33명(10.1%)의 환자가 2회, 10명(3.1%)의 환자가 3회, 각 3명(0.9%)의 환자가 4회 및 5회 진료를 받았다(Fig. 2). 2회 이상 병원에 내원하였던 49명 중 초진 시와 비교하

였을 때 Snellen 시력표를 기준으로 2줄 이상의 시력변화를 보인 환자는 없었다.

## 고 찰

불산(hydrofluoric acid, HF)은 수소와 불소 원자의 화합물이다. 불산의 끓는 점(boiling point)은  $19.5^{\circ}\text{C}$ 이며 상온에서 쉽게 액화될 수 있다.<sup>11</sup> 불산의 해리상수(pKa)는 3.2로 다른 이원자 분자 수소화합물과 다르게 물에 녹았을 때 강한 산성을 띄지 않는다.<sup>3</sup> 불산은 가연성이 매우 낮으며 불산 용액에 열을 가할 시 빠르게 팽창하게 된다.<sup>11</sup>

불산은 반도체 등의 탄소화합물의 원료로 많이 이용되며, 규소화합물에 침투력이 좋아 가정에서 쓰이는 청소용품이나, 세정제 등의 원료로 사용되며, 에어컨 냉매나 살충제의 원료로도 사용된다.<sup>12</sup> 불산 분자는 전하를 띄지 않아 쉽게 지질막을 통과할 수 있으며, 불소이온( $\text{F}^{-}$ )은 그 크기가 작아 쉽게 확산된다. 이러한 특성으로 인해 불산은 쉽게 조직이나 세포 내로 침투할 수 있다.<sup>11,12</sup> 불산 이온이 조직 내로 확산되어 수소이온( $\text{H}^{+}$ )과 불소이온( $\text{F}^{-}$ )으로 이온화되면 수소 이온은 직접적으로 조직손상을 일으키며, 불소 이온은 세포 내 호기성 및 혐기성 대사과정을 저해하여 연부조직의 괴사를 유발하며, 체내의 칼슘이온( $\text{Ca}^{2+}$ )이나 마그네슘이온( $\text{Mg}^{2+}$ )과 결합하여 전해질 불균형을 야기한다(Fig. 3).<sup>11,13</sup> 이렇게 유발된 저칼슘혈증은 칼륨이온( $\text{K}^{+}$ )의 세포 외 이동을 조장하며,  $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$  펌프의 기능을 저하시킨다. 이로 인해 결국 신경세포의 신호 전달 및 기타 세포의 대사과

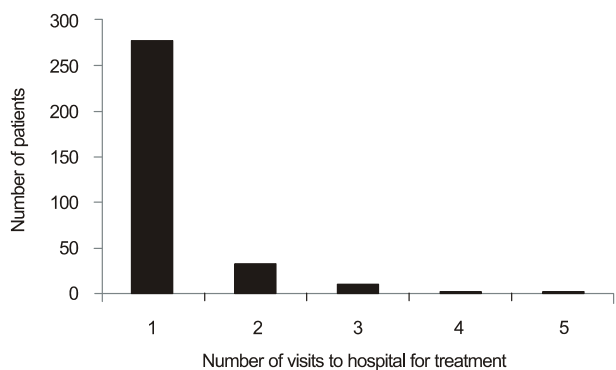
**Table 3.** Ocular symptoms after exposure to hydrofluoric acid

Symptoms	Number of responses (multiple responses)
Ocular pain	162
Foreign body sensation	88
Itching sensation	33
Tearing	61
Hyperemia	124
Decreased vision	0

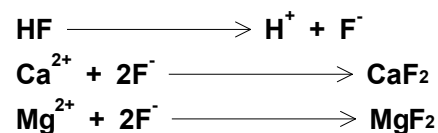
**Table 4.** Ocular signs after exposure to hydrofluoric acid at first visit

Symptoms	Number
Normal exam	151
Corneal erosion	78
Corneal epithelial defect	1
Papilla	79
Follicle	47
Hyperemia	142
TBUT < 5 sec	38

TBUT = tear film break-up time.



**Figure 2.** Number of visits to hospital for treatment.



**Figure 3.** Mechanisms of chelation of calcium and magnesium with hydrofluoric acid.

정을 저해하여 조직 괴사를 일으키고 뼈로부터의 칼슘이온의 해리를 야기하게 된다.<sup>14-16</sup>

불산 누출은 그 농도에 따라 신체에 미치는 영향이 다르다. EPA (United States Environmental Protection Agency) 가이드라인에 따르면 불산의 AEGL (Acute Exposure Guideline Level)은 AEGL-1 (non-disabling)이 10분 노출시 1 ppm (parts per million), 1시간 노출시 1 ppm, 8시간 노출시 1 ppm이며, AEGL-2 (disabling)이 10분 노출시 95 ppm, 1시간 노출시 24 ppm, 8시간 노출시 12 ppm, AEGL-3 (lethal)이 10분 노출시 170 ppm, 1시간 노출시 44 ppm, 8시간 노출시 22 ppm이다. AEGL-1 수준의 불산에 노출된 경우 경도의 안증상을 야기하며, AEGL-2 이상의 농도에 노출된 경우 안구 및 피부, 호흡기계, 소화기계, 심혈관계, 신기능 및 중추신경계와 골격계에 영향을 미칠 수 있다.<sup>1,8,11,17,18</sup>

이러한 불산의 독성은 대부분 증례보고 또는 동물 실험을 통해 연구되었다. 1991년 텍사스에서 발생한 누출사고로 인해 불산 누출이 인구집단에 미치는 영향에 대해 보고가 되었으나, 전신질환에 초점이 맞춰져 눈 건강에 미치는 영향에 대해서는 보고가 미미하였다.<sup>1</sup>

본 연구에서는 불산누출 사고 이후 발생한 다양한 증상으로 1단계 의뢰기관인 순천향대학교 구미병원을 방문한 환자 중 눈 불편감을 호소하여 안과진료를 시행한 환자를 대상으로 불산 누출이 지역사회 의 눈 건강에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 환자들이 호소하는 증상으로는 안구통증, 결막충혈, 이물감, 눈물흘림 등이 많았으며, 소양감을 호소하기도 하였으나 시력저하를 호소하는 경우는 없었다. 안과검사를 시행하였을 때에도 객관적인 시력저하를 일으킬만한 소견은 관찰되지 않았으며, 결막충혈, 각막미란, 결막유두 또는 결막여포 등이 흔하게 관찰되었다. 눈물막과파 시간이 5초 미만인 경우도 38명에서 관찰되었다. 그러나 151명(46.2%)의 경우 주관적인 불편감을 호소하였지만 세극등현미경 검사를 통해서 이상소견을 발견할 수 없었다.

이는 앞서 발표된 텍사스 불산 누출 사고가 지역사회 건강에 미치는 영향에 대한 연구와 비슷한 결과이다.<sup>1</sup> 본 연구에서 순천향대학교 구미병원을 방문한 전체 환자의 13.6%인 327명에서 안구증상을 호소하였는데, 텍사스 불산 누출 사고에서도 전체 환자의 9.7%에서 안구증상을 호소하였다. 또한 본 연구에서 46.2%의 환자에서 객관적 이상소견을 찾을 수 없던 것과 마찬가지로, 이전 연구에서도 939명의 환자군 중 49.1%인 461명에서 이상소견을 발견할 수 없었다. 이는 불산 누출 사고가 실제 건강에 미친 영향이 객관적 지표보다 더 적을 수 있으며, 환자가 느끼는 불편감이 어느 정도는 심리적 요인에서 기인했을 가능성을 시사한다. 실제

로 순천향대학교 구미병원에서 안과진료를 받은 환자들의 사고 후 처음 증상을 느낄 때까지의 평균 기간이  $3.1 \pm 3.5$  일이었다는 점이나, 사고 후 2, 3, 4일째가 공휴일임을 고려하더라도 5일 이내에 방문한 환자가 21명(6.4%)에 불과하였다는 점, 85.0%에 해당하는 278명이 초진 후 내원하지 않았다는 점도 이를 뒷받침한다.

불산 누출 사고가 지역사회 의 눈 건강에 경미한 영향을 미친 것에는 다음과 같은 요인을 생각해 볼 수 있다. 불산의 분자량은 18D (Dalton)으로 대기를 구성하는 질소나 산소보다 작다. 이에 누출된 불산 가스는 대기 중으로 빠르게 퍼져나갈 수 있으며 대기 중 불산 농도가 빠르게 저하되었을 가능성이 크다. 실제로 국립환경과학원 및 구미시에서 발표한 자료에 따르면 사고 후 10시간이 지난 2012년 9월 28일 오전 9시 30분경 사고지점에서 측정된 대기 중 불산 농도는 1 ppm이었으며 사고 후 1주경 0.015 ppm 수준으로 낮아졌다(Table 5). 이는 AEGL-1 수준으로 장기간 노출 시에도 눈 또는 호흡기에 경도의 자극을 줄 정도이다. 또 불산이 눈에 닿았다고 하더라도, 불산의 해리상수를 고려할 때 아주 적은 양의 수소 이온과 불소 이온이 생성된다는 점, 또한 지속적인 눈물 분비를 통해 희석이 된다는 점 역시 중등도 이상의 안구손상을 막는데 기여하였을 것이다.

본 연구에서는 경미한 안구손상만이 관찰되었으나, 고농도의 불산은 안구에 더 심한 손상을 유발할 수 있다. 고농도의 불산에 노출 시 급성으로 보일 수 있는 증상으로는 안구통증, 결막염, 산동, 안구진탕, 각막미란 등이 있으며 지속적으로 노출 시 만성적으로 각막 신생혈관 신생이나 각막의 괴사, 실명을 초래할 수 있다.<sup>11</sup>

불산에 의해 발생한 중등도 이상의 안구손상에 대한 치료는 일반적인 화학손상에 의한 치료와 불산에 특이적인 치료로 구분할 수 있다. 다른 산성 물질에 의한 손상과 마찬가지로 수상 직후 pH가 정상화될 때까지 충분한 안구 세척하는 것이 중요하다. 또한 통증 조절을 위해 조절마비제 점안을 시행할 수 있으며 각막혼탁 발생을 줄이기 위해 스테로이드 점안 치료를 시행할 수 있다.<sup>8</sup> 불소이온이 안구조직으로도 쉽게 침투할 수 있기 때문에, 불산에 의한 화학손상의 경우 1% Calcium gluconate 점안제를 이용하는 것이 치료에 도움이 될 수 있다.<sup>19</sup>

**Table 5.** Atmospheric hydrofluoric acid (HF) concentration around place of accident

Days after accident	HF concentration (ppm)
1	1
7	0.015
14	0.009
28	0.003

순천향대학교 구미병원은 1단계 의료기관으로서 지역 주민들이 비교적 쉽게 접근할 수 있으며, 불산 누출 사고와 관련하여 검진을 시행한 12,243명 중 2,397명(19.6%)이 순천향대학교 구미병원에 내원하였다는 점에서 본 연구의 대상군이 전체 지역주민의 적절한 표본집단이라고 할 수 있다. 또한 본 연구는 불산 누출의 안과적 임상양상에 대한 국내 최초 보고이며 추후 치료의 방향을 제시하였으며, 증례보고가 아닌 인구집단에 미치는 영향을 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 본 연구의 경우 대기중의 불산 농도가 높지 않아, 시력에 영향을 주지 않을 정도의 경미한 안구 증상 및 징후만이 관찰되었다는 점, 그리고 내원 환자의 상당수가 초진 후 재방문을 하지 않았다는 점에서 한계가 있다. 이번 연구에서는 눈 증상에 초점을 맞추었으나 고농도의 불산에 노출된 환자의 경우 심혈관계 및 중추신경계에 이상이 발생할 수 있으며, 사망할 수도 있다는 점에서 전신 상태에 대하여도 주의 깊게 살펴보아야겠다.

## REFERENCES

- 1) Wing JS, Brender JD, Sanderson LM, et al. Acute health effects in a community after a release of hydrofluoric acid. *Arch Environ Health* 1991;46:155-60.
- 2) Strausburg M, Travers J, Mousdicas N. Hydrofluoric acid exposure: a case report and review on the clinical presentation and management. *Dermatitis* 2012;23:231-6.
- 3) Burgher F, Mathieu L, Lati E, et al. Experimental 70% hydrofluoric acid burns: histological observations in an established human skin explants ex vivo model. *Cutan Ocul Toxicol* 2011;30:100-7.
- 4) Anderson WJ, Anderson JR. Hydrofluoric acid burns of the hand: mechanism of injury and treatment. *J Hand Surg Am* 1988;13:52-7.
- 5) McCulley JP, Whiting DW, Pettitt MG, Lauber SE. Hydrofluoric acid burns of the eye. *J Occup Med* 1983;25:447-50.
- 6) Matsumoto S. [Hydrofluoric acid burn: particulars on multiple pulmonary thrombi]. *J UOEH* 1989;11:411-24.
- 7) Tsonis L, Hantsch-Bardsley C, Gamelli RL. Hydrofluoric acid inhalation injury. *J Burn Care Res* 2008;29:852-5.
- 8) Tepperman PB. Fatality due to acute systemic fluoride poisoning following a hydrofluoric acid skin burn. *J Occup Med* 1980;22:691-2.
- 9) Bron AJ, Evans VE, Smith JA. Grading of corneal and conjunctival staining in the context of other dry eye tests. *Cornea* 2003;22:640-50.
- 10) Roh YR, Lee SM, Han YK, et al. Changes in clinical manifestations of dry eye syndrome after cataract surgery and the affecting factors. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:1030-8.
- 11) Makarovskiy I, Markel G, Dushnitsky T, Eisenkraft A. Hydrofluoride --the protoplasmic poison. *Isr Med Assoc J* 2008;10: 381-5.
- 12) Perry HE. Pediatric poisonings from household products: hydrofluoric acid and methacrylic acid. *Curr Opin Pediatr* 2001;13:157-61.
- 13) MacKinnon MA. Hydrofluoric acid burns. *Dermatol Clin* 1988;6:67-74.
- 14) Caravati EM. Acute hydrofluoric acid exposure. *Am J Emerg Med* 1988;6:143-50.
- 15) Upfal M, Doyle C. Medical management of hydrofluoric acid exposure. *J Occup Med* 1990;32:726-31.
- 16) Beiran I, Miller B, Bentur Y. The efficacy of calcium gluconate in ocular hydrofluoric acid burns. *Hum Exp Toxicol* 1997;16:223-8.
- 17) Dünser MW, Rieder J. Images in clinical medicine. Hydrofluoric acid burn. *N Engl J Med* 2007;356:e5.
- 18) Mayer TG, Gross PL. Fatal systemic fluorosis due to hydrofluoric acid burns. *Ann Emerg Med* 1985;14:149-53.
- 19) Bentur Y, Tannenbaum S, Yaffe Y, Halpert M. The role of calcium gluconate in the treatment of hydrofluoric acid eye burn. *Ann Emerg Med* 1993;22:1488-90.

**=ABSTRACT=**

## Acute Ocular Manifestations after an Accidental Hydrofluoric Acid Release

Yong Joon Kim, MD<sup>1</sup>, Sang Hyouk Park, MD<sup>2</sup>, Kyung Seek Choi, MD<sup>1</sup>

*Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University College of Medicine<sup>1</sup>, Seoul, Korea*

*Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University College of Medicine<sup>2</sup>, Gumi, Korea*

**Purpose:** To report the ocular health of a community after an accidental release of hydrofluoric acid (HF).

**Methods:** The hospital records of 327 patients that were exposed to HF between Sep 9, 2012 and Oct 31, 2012 were reviewed. Demographic characteristics, subjective ocular symptoms, and the ophthalmologic examination results of the patients were analyzed retrospectively.

**Results:** Among the 327 patients, 203 patients (62.1%) were exposed to hydrofluoric acid (HF) within 1,000 m of the site of the accident. A total of 131 patients (40.1%) were exposed to HF over 3 days. The most frequently reported ocular symptoms after HF exposure were ocular pain (49.5%) and conjunctival hyperemia (37.9%). Conjunctival hyperemia (43.4%), corneal erosion (23.9%), conjunctiva papilla, and follicles (24.2% and 14.4%, respectively) were noted during ophthalmologic examinations, but 46.2% of patients were normal on examination. None of the patients had vision-threatening damages.

**Conclusions:** In this study, severe ocular surface changes, which can affect vision, were not identified. This result could be explained by the low atmospheric HF concentration after the accident.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(11):1663-1668

**Key Words:** Chemical burn, Hydrofluoric acid, Ocular manifestation

---

Address reprint requests to **Kyung Seek Choi, MD**

Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Seoul Hospital

#59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 140-743, Korea

Tel: 82-2-709-9354, Fax: 82-2-710-3196

E-mail: ckseek@naver.com