

원 저

공단밀집지역에 위치한 일개 응급의료센터에 내원한 급성산업중독환자에 대한 분석

고려대학교 의과대학 응급의학교실

신준현 · 문성우 · 백승원 · 임성익 · 윤영훈 · 이성우 · 홍윤식

**Analysis of Patients with Acute Industrial Toxic Exposure at  
an Emergency Department in an Industrial Complex**

Jun Hyun Shin, M.D., Sung Woo Moon, M.D., Seung Won Baek, M.D.,  
Sung Ik Lim, M.D., Young Hun Yoon, M.D., Sung Woo Lee, M.D., Yun Sik Hong, M.D.

*Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Korea University*

**Purpose:** Surveys on poisoning usually involves intoxication rather than inhalation, skin contact, etc. Therefore, we examined the characteristics of patients who visited the emergency department in an industrial complex after acute industrial exposure to toxic materials.

**Methods:** Medical records of patients exposed to toxic materials in the work places from April, 2006, to March, 2008, were analyzed retrospectively. Inhalation patients due to fire were excluded.

**Results:** Subjects included 66 patients, with a mean age of  $35.4 \pm 10.9$  years, mostly men (91%). Toxicity occurred in 51 patients (77%) by contact, 15 patients (23%) by inhalation, and none by oral ingestion. For toxic materials, 10 patients were exposed to hydrofluoric acid, 8 to hydrochloric acid, 7 to sodium hydroxide, 7 to metals, and others. The face and hands were the most frequent exposure site by contact. Most exposures were caused by accidents, with 29 cases (42%) exposed because of carelessness or not wearing protective equipment. Most complaints were pain on exposure site, but 7 of the inhalation patients complained of dyspnea. The majority of patients with contact exposure were discharged after wound care or observation. After inhalation exposure, 1 patient died and 5 patients were admitted to the intensive care unit.

**Conclusion:** Major causes of workplace exposure were not wearing protective equipment or carelessness. Although contact exposures are usually benign, cautious observation and management are required in patients with inhalation exposure.

**Key Words:** Industrial exposure, Contact, Inhalation

서 론

중독은 경구섭취, 흡입, 주사, 접촉 등의 다양한 경로를

통해 발생한다. 하지만 응급센터에서 경험하게 되는 중독 환자들의 경우에는 경구 섭취를 통해 노출된 경우가 주를 이루고 있으며, 이로 인해 중독에 대한 실태조사도 음독과 관련하여 이루어진 것이 대부분이다.<sup>1,2)</sup>

작업 중의 사고로 인한 손상, 즉 산업재해는 신체적, 정신적 손상뿐 아니라 경제적인 손실, 생산의욕의 감퇴 등 여러 가지 사회적인 문제를 야기한다. 우리나라는 2006년도에 산업재해 보상보험법 적용사업장에 근무하는 근로

책임저자: 문 성 우  
경기도 안산시 단원구 고잔1동 516  
고려대학교 의과대학 응급의학교실  
Tel: 031) 412-5388, Fax: 031) 412-5315  
E-mail: yg9912@korea.ac.kr

자 11,688,797명 중에서 4일 이상의 요양을 필요로 하는 재해자가 89,910명이 발생(사망 2,453명, 부상 78,343명, 업무상 질병 요양자 9,114명)하였는데 이로 인한 직·간접적인 경제적 손실액은 15,818,845백 만원으로 추정되고 있다<sup>3)</sup>. 하지만 이 통계가 파악하고 있는 수치들은 산업재해 보상보험법 적용사업장에 국한되었으며 또한 4일 이상의 요양을 필요로 하는 신고된 사례만 포함되었기 때문에 이러한 경우에 해당되지 않는 사례까지 모두 포함한다면 사회적인 손실이 더욱 클 것이라 예상할 수 있다.

산업장에서의 중독과 관련한 기존 연구들을 보면 특정 물질의 노출에 대한 분석 또는 특정사례에 대한 보고가 많으며, 주로 만성적이고 반복적인 노출에 의한 부작용에 대한 보고가 대부분을 이루고 있다<sup>4,5)</sup>. 즉 산업장에서 급성 노출에 의한 중독은 특정 경우의 사례 발표에 머물고 있으며 이에 대한 실태 파악을 위한 국내의 연구는 아직까지 부족한 실정이다.

김 등<sup>6)</sup>의 연구를 보면 응급센터가 위치한 곳이 도시지역인지 아니면 농촌지역인지에 따라 내원하는 중독환자의 인구학적 특성, 중독물질 등에 있어서 많은 차이가 있는 것으로 나타난 바 있다. 이러한 점을 보았을 때 산업장이 밀집한 공단지역에 위치한 응급센터의 경우에도 지역적 특수성을 반영한 중독 양상의 특성이 있을 것이라 판단했다.

따라서 저자들은 이번 연구를 통해 공단밀집지역에 위치한 일개 대학병원의 응급센터에 내원한 작업 도중 급성 노출로 인한 중독 환자의 특성을 파악함과 동시에 전체 중독환자에서 이들이 차지하는 비중을 알아보고자 하였다.

## 대상과 방법

### 1. 연구대상

본 연구를 시행한 응급의료센터는 수도권외곽의 중소도시에 위치해 있으며 이 지역의 유일한 지역응급의료센터이다. 2007년 통계연보에 따르면 도시거주 총인구 약 72만 명중 제조업 종사자수가 약 10만 명으로 높은 비율을 차지하고 있으며 전체 39,928개의 사업체 중 총 5,578개

가 제조업체였으며, 그 가운데 금속제품관련 사업장은 634개, 화합물 및 화학제품 제조사업장은 203개, 고무 및 플라스틱 제조사업장은 165개 등이었다<sup>7)</sup>.

2006년 4월부터 2008년 3월까지 작업 도중 유해물질에 노출되어 응급센터로 내원한 환자들의 의무기록을 후향적으로 조사하였으며 해당 환자는 총 86명이었다. 이 중 20명은 화재로 인해 화상과 흡입손상을 동시에 입어 내원한 환자였는데 화상이 결과에 미치는 영향을 배제하기 위해 이들을 제외한 66명의 환자가 분석대상에 포함되었다.

### 2. 연구방법

성별, 나이와 같은 기본적인 인구학적 특성을 조사했으며 환자들의 내원시간을 00~06시, 06~12시, 12~18시, 18~24시로 나누어 분류하였고, 노출 후 내원까지 걸린 시간을 조사하였다.

중독이 자살 목적과 같은 고의에 의한 것인지 아니면 사고에 의한 것인지를 알아보았으며, 중독의 경로에 따라 접촉, 흡입, 경구섭취 등으로 나누어 조사를 실시했다. 중독의 원인이 사고인 경우에는 사고의 원인을 분석하였는데 보호장구를 착용하지 않았는지, 보호장구 등을 착용하였으나 작업도중의 부주의에 의한 것인지 또는 기계의 오작동과 같은 불의의 사고였는지 등을 파악했다. 중독의 경로가 접촉인 경우에는 접촉의 부위를 파악하였다. 각각의 경우에 있어 중독 물질, 중독 증상, 경과를 조사하였으며 접촉과 흡입에 따라 접촉군과 흡입군으로 환자를 분류하여 내원시간과 중증도의 차이를 비교해 보았다.

한편 같은 기간 동안 응급의료센터 전산시스템에 등록되어 있는 음독에 의한 중독환자의 숫자 및 이들의 남, 여성비와 평균연령을 파악하여 비교해 보았다.

통계처리는 SPSS 11.0 프로그램을 이용하였으며 p값이 0.05미만일 경우 유의하다고 판단했다.

## 결 과

연구기간 동안 내원한 음독에 의한 중독환자는 총 432명(남자 195명, 여자 237명)이었으며 이들의 평균나이는

Table 1. Demographics of self intoxication and industrial exposure

	Self intoxication (n=432)	Industrial exposure (n=66)
Male (n, %)	195 (45%)	60 (91%)
Female (n, %)	237 (55%)	6 ( 9%)
Age (mean±SD)	53.4±21.9	35.4±10.9

53.4±21.9세였다(Table 1).

같은 기간 동안 작업도중 유해물질에 노출되어 내원한 대상환자는 66명이었으며 이중 남자가 60명(91%), 여자가 6명(9%)으로 남자가 대다수를 차지했으며 이들의 평균나이는 35.4±10.9세였다(Table 1).

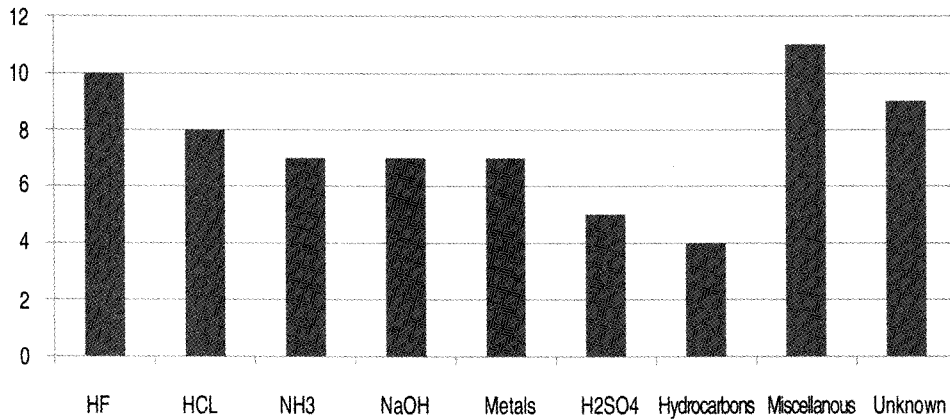
28명(42%)의 환자가 낮 12시부터 오후 6시 사이에 내원했으며, 오전 6시부터 낮 12시 사이에는 16명(24%), 오후 6시부터 밤 12시 사이에도 16명(24%)의 환자가 내원했다. 36명(55%)의 환자가 노출 후 1시간 이내에 응급센터를 방문했으며 12시간 이상 경과한 뒤 내원한 환자도 8명(12%)이 있었다.

**Table 2.** Distribution according to cause of exposure

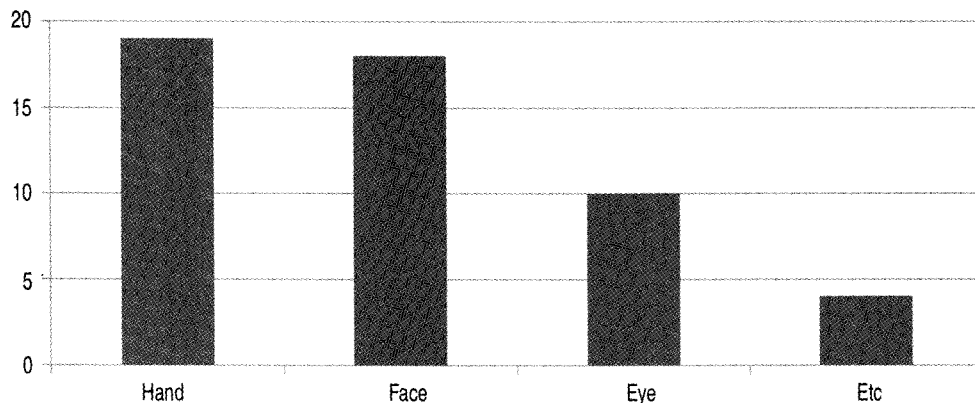
Not wearing protective equipment	17 ( 26%)
Exposure due to a carelessness	12 ( 18%)
Unknown or unexpected accident	37 ( 56%)
Total	66 (100%)

내원환자 중 고의에 의한 노출은 없었으며 17명(26%)에서 보호장구 미착용, 12명(18%)에서 부주의에 의한 노출이었으며, 나머지 37명(56%)에서는 정확한 원인을 파악할 수 없었거나 또는 불의의 사고로 노출이 발생하였다(Table 2). 51명(77%)이 접촉에 의한 노출이었으며 흡입에 의한 노출이 15명(23%), 1명에서 흡입과 접촉이 동시에 발생하였다. 접촉의 주요부위로는 수부(19명, 37%), 눈을 제외한 안면부(18명, 35%), 눈(10명, 20%) 순으로 나타났다(Fig. 2).

이들을 중독물질에 따라 분류하면 불산이 10명(15%)으로 가장 많았으며 염산이 8명(12%), 가성소다(7명, 11%), 암모니아(7명, 11%), 알루미늄과 같은 금속류(7명, 11%), 황산(5명, 8%) 등의 순이었다(Fig. 1). 환자들에게서 나타난 중독증상으로는 접촉에 의한 경우 모두 접촉부위의 통증을 호소했으며 눈에 노출된 경우 시야혼탁을 호소하기도 하였다. 흡입 환자 16명은 어지러움, 두통 등을 호소하였는데 이 중 7명(44%)에서 호흡곤란의 증상을 보였다. 47명(71%)의 환자는 손상의 정도나 중독증상이 경미하여



**Fig. 1.** Distribution of exposure materials. When exposure materials were overlapped, it was presented as individually. Hydrofluoric acid was causative material in ten patients. Metals; alluminium, nickel, etc., Miscellaneous; CO gas, cyanide gas, form aldehyde, etc.



**Fig. 2.** Distribution according to regions of contact exposures.

응급센터에서 일차치료를 시행 후 귀가했으며, 10명(15%)은 입원, 8명(12%)은 화상전문병원 또는 고압산소 치료 등의 목적을 위해 전원 되었다.

한편 노출 경로에 따라, 즉 접촉군과 흡입군으로 분류하여 이들의 내원시간과 사망 또는 중환자실 입원율을 비교해 보았는데 노출 후 내원까지 접촉군은 평균 3.4±5.5 시간이 걸렸고, 흡입군은 평균 5.7±6.8 시간이 소요되었으나 통계적으로 의미 있는 차이는 아니었다(p=0.270). 그러나 접촉군에서 사망 또는 중환자실로 입원한 경우가 없었던 반면, 흡입군에서는 6명(38%)이 사망 또는 중환자실로 입원을 하였다(p<0.05)(Table 3).

흡입으로 내원한 16명 중 일반병실로 입원하거나 퇴원했던 즉, 비교적 경미한 증상을 보였던 환자는 10명이었는데 이중 6명에서 염산가스에 노출된 것으로 조사되었으며 사망 또는 중환자실로 입원하였던 6명은 불산, 암모니아, 일산화탄소 등에 노출되었던 것으로 나타났고 화학성 폐렴이 4례, 대사성 산증이 1례, 일산화탄소 중독이 1례였다(Table 4).

## 고 찰

비록 일개 응급의료센터에 국한되었지만 작업 도중 유해물질에 급성으로 노출되어 내원한 환자에 대한 분석이 처음으로 이루어졌다는 점에 이번 연구의 의의가 있다고 생각한다. 저자들의 응급의료센터가 위치해 있는 곳은 수도권 외곽의 공단밀집지역으로서 이러한 특성으로 인해 음독에 의한 중독 환자수의 약 20%에 해당하는 상당히 많은 수의 환자가 작업 중 유해물질에 노출되어 내원함을 알 수 있었다.

음독환자와 달리 내원환자의 대다수를 남자가 차지하고 있고 30대 중반의 사회적으로 활동이 왕성한 나이의 환자가 많았다는 점은 작업장 근로자라는 특성을 생각해 볼 때 예측할 수 있었던 결과였다. 내원시간이 낮 12시부터 오후 6시 사이에 가장 많았다는 점도 작업시간과 내원까지의 소요시간 등을 고려해 볼 때 예상할 수 있는 결과였다. 많은 수에서 노출 후 내원까지 걸린 시간이 1시간 이내였으나 12시간 이상 경과한 환자도 8명으로 12%에 달했는데 특히 이들 중 5명이 흡입 노출 환자였다. 접촉군과 흡입군으로 나누어 내원까지의 시간을 분석해 보았을 때도

**Table 3.** Distribution and progress according to type of exposure

Types of exposure (n, %)	Time of exposure to arrival (mean±SD) <sup>†</sup>	Death or admit to ICU (n, %) <sup>†</sup>
Contact (51, 77%)	3.4±5.5 hrs	0 ( 0%)
Inhalation (15, 23%)	5.7±6.8 hrs	6 (38%)
Oral ingestion (0, 0%)	-	-

<sup>†</sup> p=0.270, <sup>‡</sup> p<0.001

**Table 4.** Diagnosis and characteristics of expired or ICU admitted patients

Sex/age	Exposure to arrival time (Hrs)	Exposure material	Route of exposure	Toxidromes	Kind of works	Diagnosis
M/44	2.5	HF, NH <sub>3</sub> gas	Inhalation	Dyspnea	Metals coating	Chemical pneumonitis
M/56	1	NaCN gas	Inhalation	Syncope	Cleaning the gas tank	Metabolic acidosis
M/23	23	NH <sub>3</sub> gas	Inhalation	Dyspnea, dizziness	Metals coating	Chemical pneumonitis
M/45	1	HCl gas	Inhalation	Dyspnea	Manufacturing semiconductors	Chemical pneumonitis
M/39	1	CO gas	Inhalation	Syncope	Pipe work	CO poisoning
M/38	2	HF, NH <sub>3</sub> gas	Inhalation	Dyspnea	Metals coating	Chemical pneumonitis, expired

비록 통계적으로 의미를 보이지는 않았으나 각각  $3.4 \pm 5.5$ 시간,  $5.7 \pm 6.8$ 시간이 소요되는 것으로 나타났는데 이는 접촉의 경우에 통증과 같은 자각증상이 즉각 발생하여 빠른 시간에 응급센터를 찾는 반면 흡입노출의 경우에는 초기에 별다른 자각 증상을 느끼지 못하다 시간이 지남에 따라 증상이 악화되어 뒤늦게 의료기관을 찾았기 때문이라고 생각된다. 실제로 이번 조사 결과를 보면 밀폐된 장소에서 청소작업 도중 염소 가스에 노출된 뒤 하루가 지나 두통 및 인후통으로 4명이 내원했으며, 불산과 암모니아 가스에 노출되어 내원한 1례의 환자는 노출 후 경미한 후두부의 작열감과 호흡곤란을 느껴 귀가 후 2시간 만에 증상이 심해져 응급센터로 내원한 뒤 1시간 만에 사망을 하였다.

흡입 노출의 원인물질은 불산, 질산, 염산 등이 주를 이루었는데 특히 도금공정에서 노출된 경우가 많은 것으로 확인되었으나 후향적 연구의 한계로 인해 정확한 작업 공정에 따른 빈도를 확인할 수는 없었다. 이들 물질은 친수성을 지니고 있어 비교적 빠른 시간 안에 상기도증상(upper respiratory tract symptoms)을 주로 나타내는 것으로 알려져 있다<sup>8)</sup>. 하지만 흡입 농도 및 시간에 따라 심하면 폐포의 손상을 일으키고 급성폐손상 및 급성호흡곤란증후군으로까지 진행할 수 있다<sup>9)</sup>. 이번 조사에서는 낮은 친수성으로 주로 하기도(lower respiratory tract)를 자극하는 물질에 노출된 환자는 없었는데 비록 상기도를 주로 자극하는 물질이라고 하더라도 흡입노출 환자의 사망 또는 중환자실 입원율이 높게 나타났고 호흡곤란과 같은 주요 중독증상을 보인 경우가 혼함을 알 수 있었다. 따라서 이러한 결과를 종합해 볼 때 작업 중 흡입 노출이 발생한 경우 초기에 심한 자각증상을 느끼지 못하더라도 즉시 의료기관을 찾는 것이 필요하며 또, 내원 당시에 경미한 증상을 보이더라도 주의 깊은 경과관찰이 필요할 것이라는 점을 알 수 있었다.

접촉에 의한 노출의 부위로는 손이 가장 흔했으며 그 외에 의복 등에 의해 가려져 있지 않은 안면부 등이 주된 부위인 것으로 나타났는데 불산, 염산과 같은 산성 물질과 기타 금속류가 흔한 원인 물질이었다. 단순한 노출 부위의 통증 또는 경미한 화상 등과 같은 비교적 경한 증상을 나타내었으나 불산의 경우에는 특별한 주의가 필요하다. 불산은 금속과 크리스탈의 세척, 프레온 가스의 제조, 반도체 칩 제조, 먼지 및 녹 제거 등과 같은 공정에 광범위하게 사용되고 있다<sup>10)</sup>. 불산은 약산에 속하지만 강력한 조직 침투 작용 및 손상 작용에 의해 결과적으로 심한 국소적 화상을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있으며 특히 저칼슘혈증 등과 같은 전신적인 독성을 일으킬 수 있으므로 이에

대한 주의가 필요하다<sup>11,12)</sup>. 연구 기간 동안 내원한 불산 노출에 의한 화상환자 들은 모두 칼슘 글루코네이트 젤(100 ml of K-Y jelly and 25 ml 10% calcium gluconate solution)을 이용하여 치료 받았으며 추후 응급센터로 추적관찰을 진행했던 환자 중에 특기할만한 합병증 또는 심각한 후유증을 나타낸 환자는 없었던 것으로 조사되었다. 하지만 의무기록에 대한 후향적 분석이라는 한계로 인해 불산 노출 환자의 특성이나 예후 등을 더 자세히 분석할 수는 없었다.

노출의 원인이 파악된 경우 중에서 보호장구 미착용이 가장 많은 부분을 차지하고 있었는데 장갑을 착용하지 않아 손에 노출되거나 보호안경을 착용하지 않은 채로 눈에 노출되는 경우 등이 이에 해당하겠다. 산업현장에서 보호장구의 착용은 비교적 소극적인 재해 예방대책으로서 그 실효성에 있어서 근로자의 호응도가 중요한데, 착용 시의 불편함 또는 작업효율성의 저하 등이 이러한 호응도를 떨어뜨리는 주요한 원인인 것으로 알려져 있다<sup>13)</sup>. 따라서 동일한 형태의 노출 사고가 반복해서 일어나는 것을 방지하기 위해 보호장구 미착용의 원인 분석 등을 통한 개선책 마련 및 재교육 시행 등이 필요할 것으로 판단한다.

이번 연구의 제한점으로는 첫째, 후향적 연구로 인한 한계를 들 수 있다. 연구의 목적에 비추어 보았을 때 작업장의 형태에 따른 노출의 정확한 공정을 파악하고 이에 따른 노출 물질과의 연관성을 파악하는 것이 중요한 점 중 하나인데 내원 시의 전산기록과 의무기록을 바탕으로 조사하였기 때문에 이러한 부분에 대한 파악이 미흡하였다. 또한 노출 원인에 대한 기록도 많은 경우 미흡하여 미상이 차지하는 비중이 높았다. 둘째, 대상 환자의 수가 비교적 적었다는 점과 일개 응급센터에 국한된 조사였다는 점이다. 비록 2년간의 내원환자를 대상으로 조사를 진행하였으나 예상보다 대상환자 수가 적었으며 또한 지역사회에서 가장 규모가 큰 의료 기관이라고는 하지만 일개 응급의료센터에 국한된 조사였기 때문에 대표성을 지니는 데에는 어느 정도 한계가 있다고 생각한다. 셋째, 각 환자들에 있어서 장기적인 경과에 대한 조사를 시행하지 못하였다. 화학물질의 흡입 후 장기적인 합병여부, 화학물질의 피부접촉 이후에 발생할 수 있는 장기적인 부작용 여부 등을 확인하는 것이 작업 중 노출의 유해성을 평가하는 데에 있어 중요한 중 하나인데 이번 연구를 통해서도 확인할 수가 없었다. 앞으로 전향적 연구를 통해 노출의 기전 및 관련 작업 공정을 좀 더 명확히 파악하고 동시에 산업현장에서의 설문 등을 시행하여 이를 종합한다면 보다 정확한 실태파악 및 현실적인 대책제시가 가능하리라 생각한다.

비록 여러 제한점에도 불구하고 이번 연구를 통해 작

업 도중 유해물질에 급성으로 노출되어 응급센터에 내원하는 환자의 실태에 대해 처음으로 파악해 볼 수 있었으며 그 결과로서 보호장구의 미착용이나 작업 과정에서의 부주의가 유해물질에 대한 노출의 주 원인임을 확인할 수 있었다. 접촉에 의한 노출은 대부분 경과가 양호하였으나 불산에 의한 노출 등 치료에 주의를 기울여야 하는 경우가 다수 있었으며 흡입에 의한 노출은 비교적 중증도가 높으며 주의 깊은 경과관찰이 필요하다는 점 또한 알 수 있었다.

### 참고문헌

1. Lee SW, Jeon JM, Hong YS. Analysis of self-poisoning patients. *J Korean Soc Emerg Med* 1996;7:390-7.
2. Jeong HW, Kim KH, Jeong TO, Jin YH, Lee JB. Changes in characteristics of patients with intoxication in a regional emergency medical center. *J Korean Soc Clin Toxicol* 2004;2:90-5.
3. Korea Occupational Safety & Health Agency. Annual Report 2006. Available: <http://www.kosha.or.kr> [cited 7 October 2008].
4. Cha CW, Kim KJ, Yum YT. A study on the mercury contamination sources and risk for occupational mercury poisoning of mercury exposed workers in Korea. *Korean J Occup Med* 1992;4:92-104.
5. Kim BS, Choi HR, Won CW. Related factors of diagnosis of chronic carbon disulfide poisoning. *Korean J Occup Med* 1997;9:1-11.
6. Kim SJ, Kim KS, Choi JM, Choi JW, Kim IB, Lee YS. An epidemiological study of patients with acute poisoning in urban and rural areas. *J Korean Soc Emerg Med* 1995;6:454-8.
7. Asan Statistical Year Book 2007. Available: <http://www.iansan.net> [cited 25 November 2008].
8. Ford MD, Delaney KA, Ling LJ, Erickson T. *Clinical Toxicology*. 1st ed. Philadelphia:Saunders;2001.p.679-82.
9. Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, Howland MA, Hoffman RS, Nelson LS. *Goldfrank's toxicologic emergencies*. 7th ed. New York:McGraw-Hill;2006. p.1455-60.
10. Lim SH, Cheong HK, Kim JY. A study on occupational hydrofluoric acid burns in a hydrofluoric acid manufacturing factory. *Korean J of Preventive Medicine* 1993;26:587-98.
11. Caravati EM. Acute hydrofluoric acid exposure. *Am J of Emergency Medicine* 1988;6:143-50.
12. Kim DC, Lee SS, Seo SH, Jeon HS, Lee W, Lee SR, et al. Clinical experiences of hydrofluoric acid burns. *Journal of Korean Burn Society* 2003;6:33-44.
13. Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, Howland MA, Hoffman RS, Nelson LS. *Goldfrank's toxicologic emergencies*. 7th ed. New York:McGraw-Hill;2006. p.1411-20.