

화학물질 누출시 인체에 미치는 영향과 사업장 대응방안

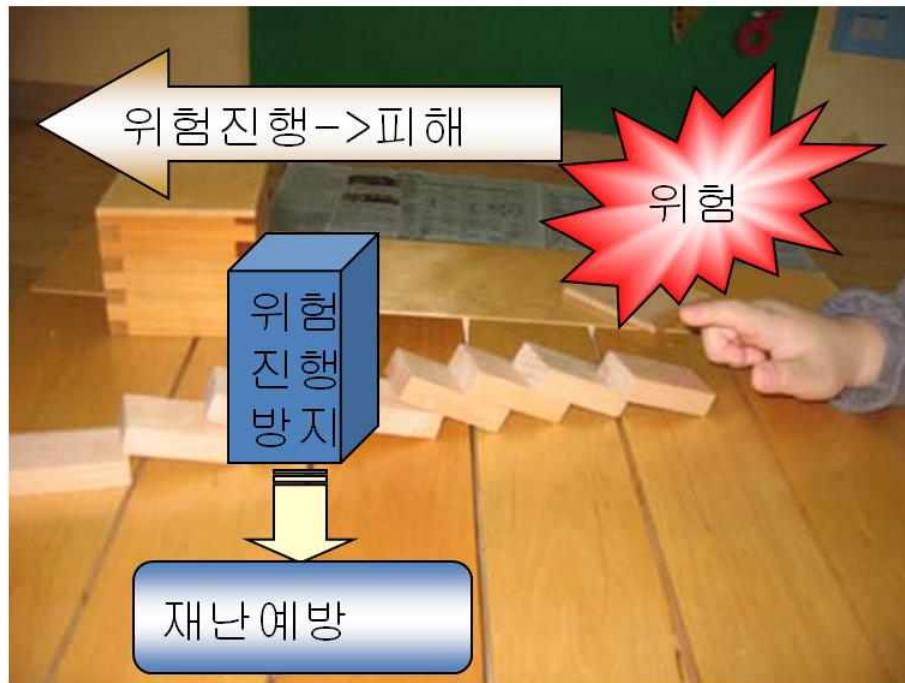
왕순주

한림대학교 응급의학교실

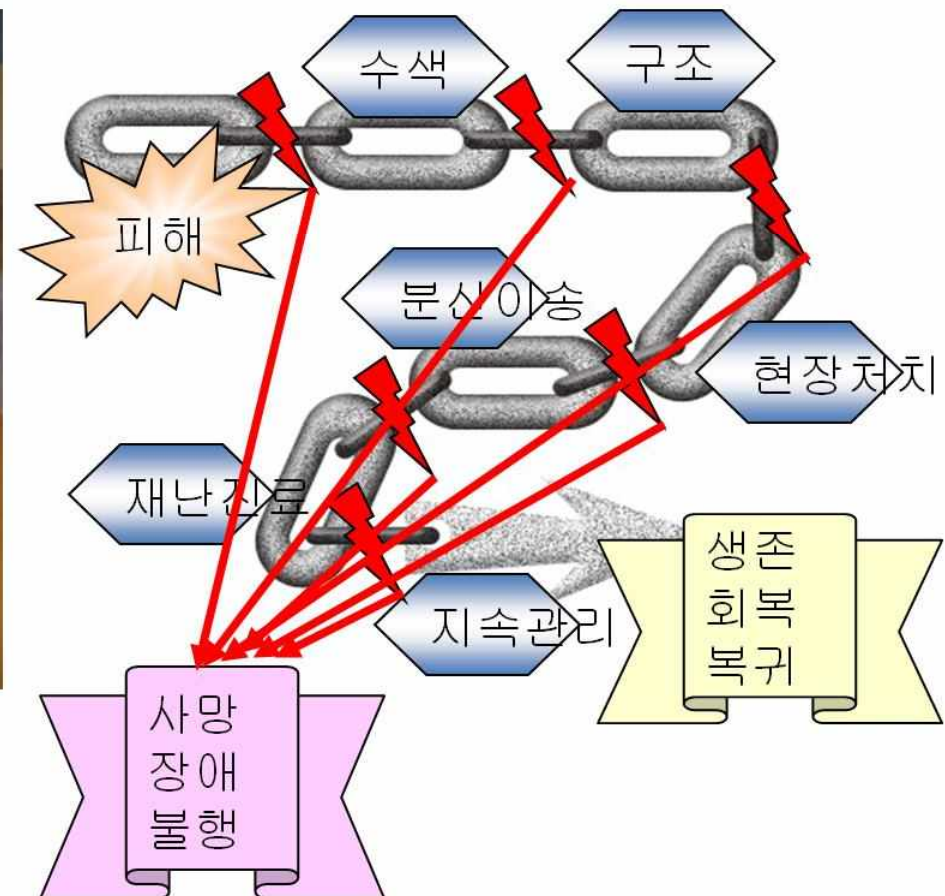


재난 예방과 대응의 개념 차이

- ◆ 방어벽의 개념
- ◆ 재난예방의 설명



- ◆ 사슬의 개념
- ◆ 재난대응의 설명



화학사고 피해자의 처치

병원 도착 전 할 일

- **현장 도착**
 - 개인 보호 장비 착용
 - 현장 안전 확인
 - 현장 장소 안전 관리
 - 오염제거/제독(Decontamination)
- **중증도 분류(Triage)**
 - SALT 분류법 적용 (미 정부 권고안)
 - START 분류법 (성인)
- **물질 단위 분류(Agent-specific Triage)**
 - 화학물질 정보

SALT mass casualty triage



응급실/병원 내 할 일

- **노출 경로**

- 흡입
- 피부/눈 접촉
- 섭취

- **임상 양상 파악**

- 신경계 - confusion, seizures, paralysis, and coma
- 호흡계 - chest tightness, wheezing, respiratory failure
- 소화기계 - nausea, vomiting, abdominal cramps

- **처치**

- 해독제
- 소생술

일반적 화학물질 해독제

Antidote	Toxin
Cyanide antidote kit	Cyanide
Methylene blue	Methemoglobin
Calcium	Hydrofluoric acid
Oxygen or hyperbaric oxygen	Carbon monoxide, Cyanide, Hydrogen sulfide

불산 누출의 예

피해현황



심리/사회적 피해 등 정성적 피해 다수

불화수소산 노출 임상증상

- 피부노출: 조직손상, 화상-> 괴사
 - 노출부위 160 cm²이상시 전신독성
 - 글루콘산 칼슘 국소주사
- 흡입노출: 기도부종, 폐부종
- 안구노출: 각결막염, 각막의 불투명화, 실명
- 경구노출: 위장관 괴사

최초 환자 응급실 도착

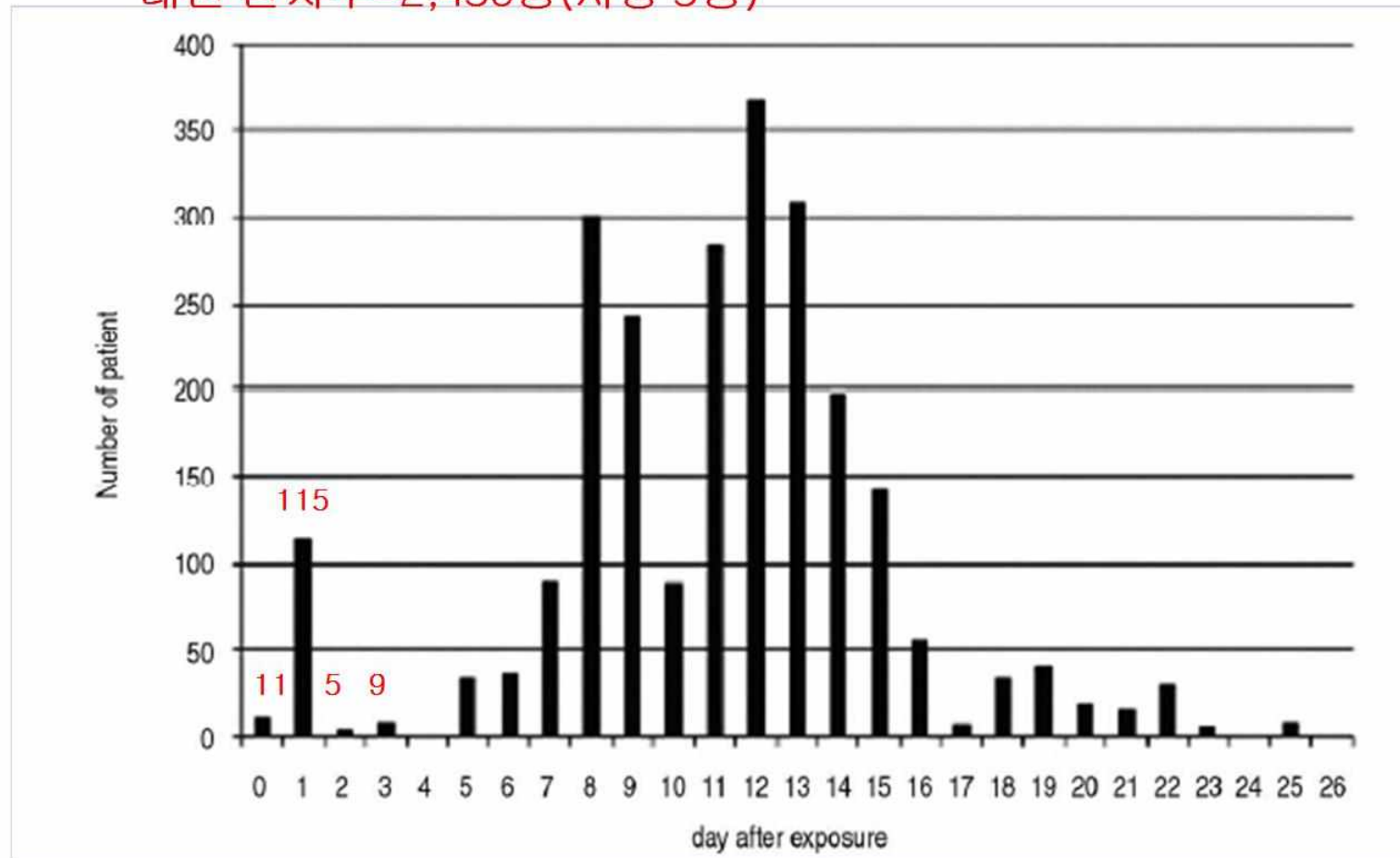


부산가스 누출사고가 난지 9일째 10월 5일 진료



불화수소산 누출후 날짜경과에 따른 내원 환자 수의 변화

내원 환자수=2,459명(사망 5명)



현장응급의료소



재난병원 예비병상·제염제독 시설필요



출동용 재난의료약품·물품 가방

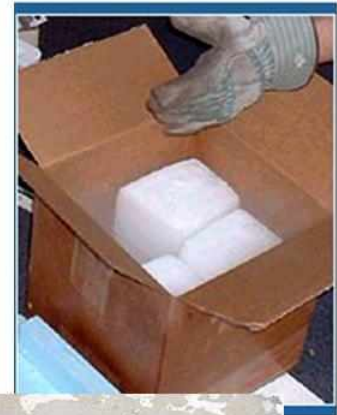


독성화학물질 손상 분류

- 단순질식-Simple asphyxiants
- 폐 자극-Pulmonary irritants
- 분진-Particulates
- 미토콘드리아 독소-Mitochondrial toxins

I. 단순질식제(Simple Asphyxiants)

- 폐포내 O_2 이동 문제
- 무자극
- 직접적 세포독성 무
 - **Methane**
 - **Carbon dioxide (CO_2)**
 - **Helium**
 - **Nitrogen**
 - **Nitrous oxide**



I. 단순질식제(Simple Asphyxiants)

- 증상

- 의식소실
 - Minimal warning
 - Non-irritating
- 지속 노출 시
 - 저산소증
 - 심혈관 기능 저하

- 처치

- 안전한 구조 먼저
- 100% 산소
- 다른 손상 확인
- 보존적 치료

II. 폐 자극제(Pulmonary Irritants)

- 단순 질식제처럼 작용
- 점막 자극
 - Acid or base formation
 - Some free radical formation
- 수용성(Water Solubility) : 증상 시작 시간 결정

분류	높은 수용성	중간 수용성	낮은 수용성
예	Ammonia Sulfur dioxide Hydrogen chloride Chloramine	Chlorine	Phosgene Nitrogen dioxide
증상시작 시간	빠름	중간 처음에 모를 수 있음	느림 지연 효과

II. 폐 자극제

➤ 처치

- 노출 제거/방지
- 산소
- 기도확장 흡입제
- For acid forming agents
 - sodium bicarbonate 흡입
 - ✓ NaHCO_3 :saline or water=1:3
 - ✓ 증상 호전 목적
- 보존적 처치

III. 분진(Particulates) & 흡입(Aspirants)

- 공기 교환 방해
- 보존적 치료



IV. 미토콘드리아 독소(Mitochondrial Toxins)

- Carbon monoxide
- Cyanide
- Hydrogen sulfide



Cyanide

(시안화물, HCN)

시안화물

- 원리

- 산소 사용 장기 기능 저하 (brain, heart)
- 중추신경계 : 두통, 안절부절, 혼란, 기면, 경련, 혼수
- 심장: 서맥, 고혈압
 - 저혈압 및 빈맥,
 - 서맥, 저혈압
- 아몬드 냄새: ?

Methemoglobinemia

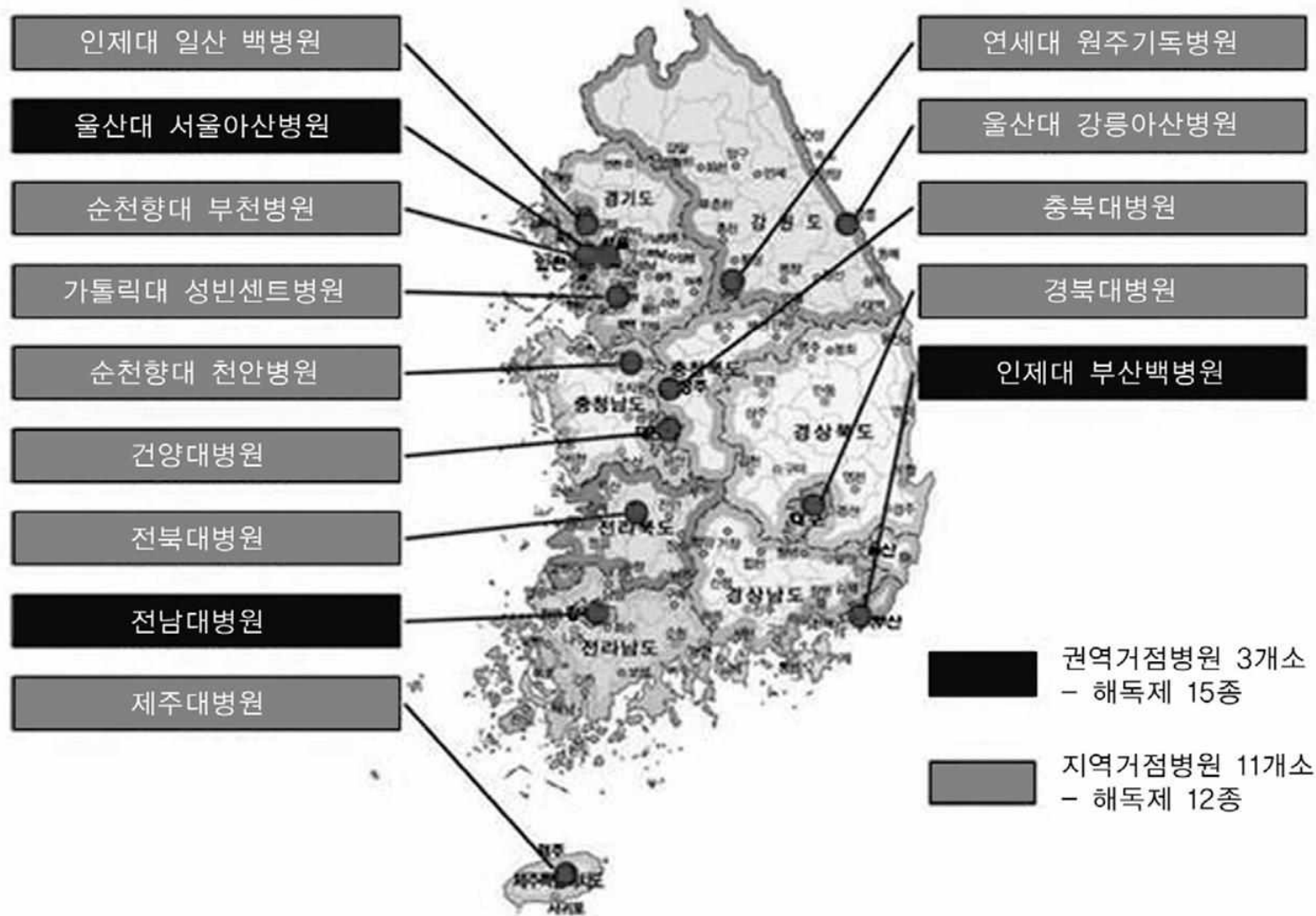


Cyanide Antidote Kit (CAK)



전국단위 응급해독제 구축 및 배송

응급 해독제 비축 및 공급 체계 구축



Hydrogen sulfide
(황화수소, H₂S)

황화수소 중독에 의한 질식

- 2010. 08. 20(금) 12:55경
- ○○아파트 하수처리시설 폐쇄공사 현장 처리수조 내부
- 오수제거작업을 하던 작업자 1명이 쓰러지자
- 이를 구하러 동료작업자 4명이 각각 연달아 들어가면서
- 1명이 사망하고 4명이 부상함

측정위치	H ₂ S(ppm)	O ₂ (%)	LEL(%)	CO(ppm)
처리수조 내부 (재해자 호흡위치)	443	20.4	0	0



황화수소(Hydrogen sulfide)

- 썩은 달걀 냄새
- 증상
 - 신경계 : 냄새 마비, 두통, 쇠약, 경련, 혼수
 - 심혈관: 흉통, 서맥
 - 소화계: 구역, 구토

임상 양상

- 급성 폐손상

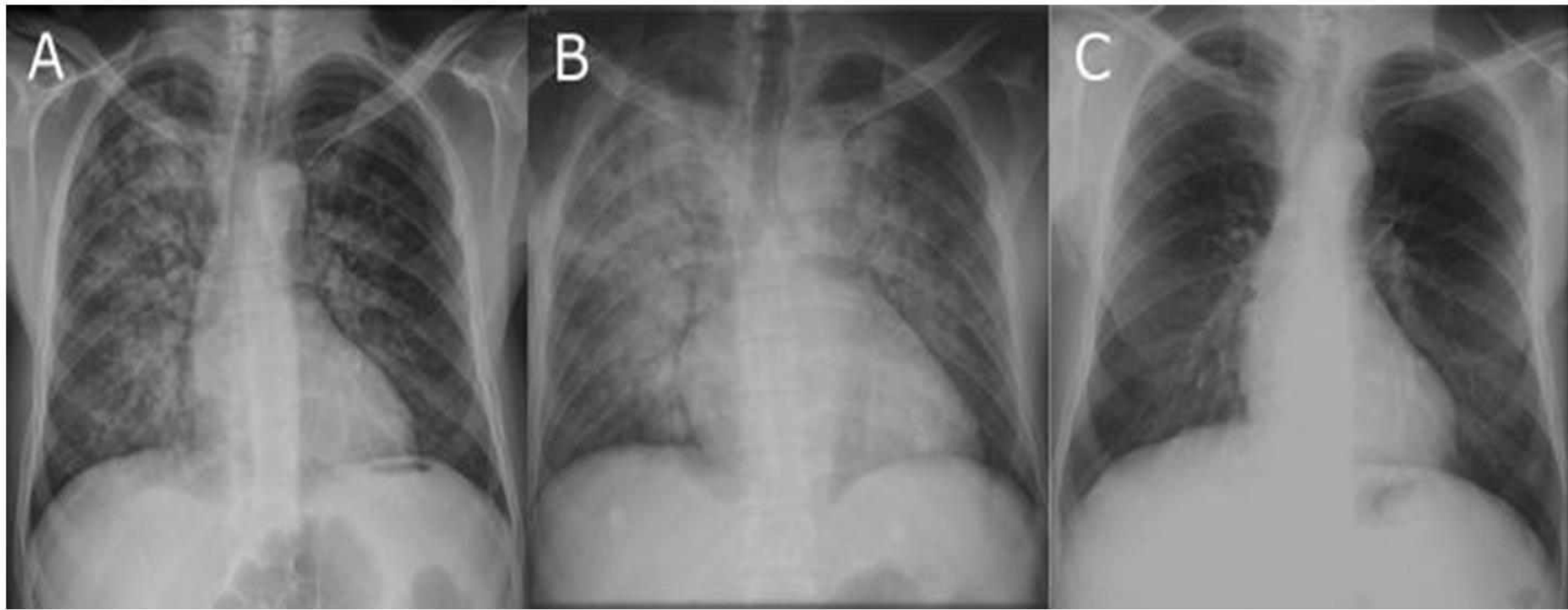


Figure 1. Chest-X ray serial imaging. (A) On admission, showing a predominant right sided heterogeneous lung infiltrate; (B) on the 7th in-hospital day revealing an aggravating lung injury; (C) On 3 months reassessment, documenting regression of the lung lesions.

임상 양상

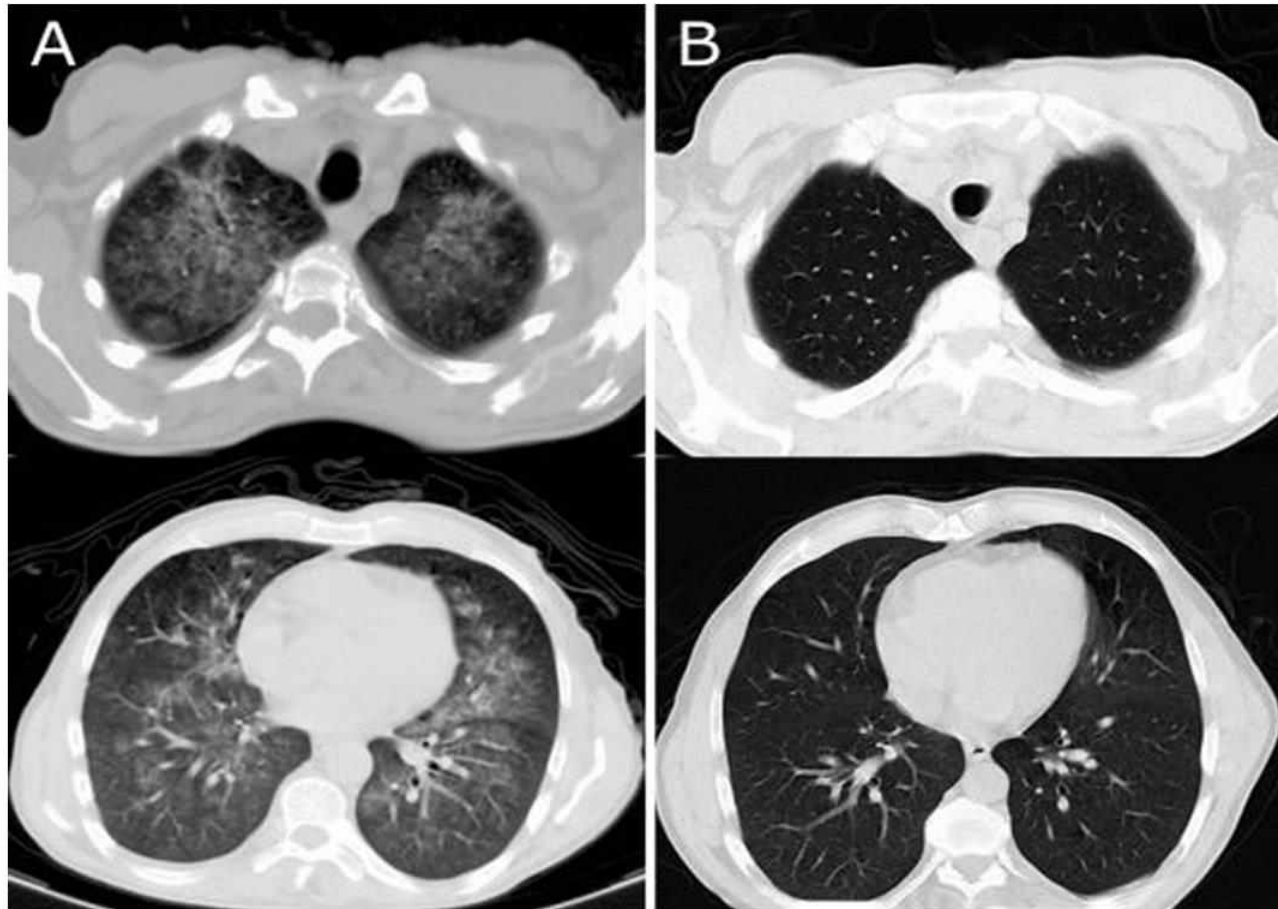
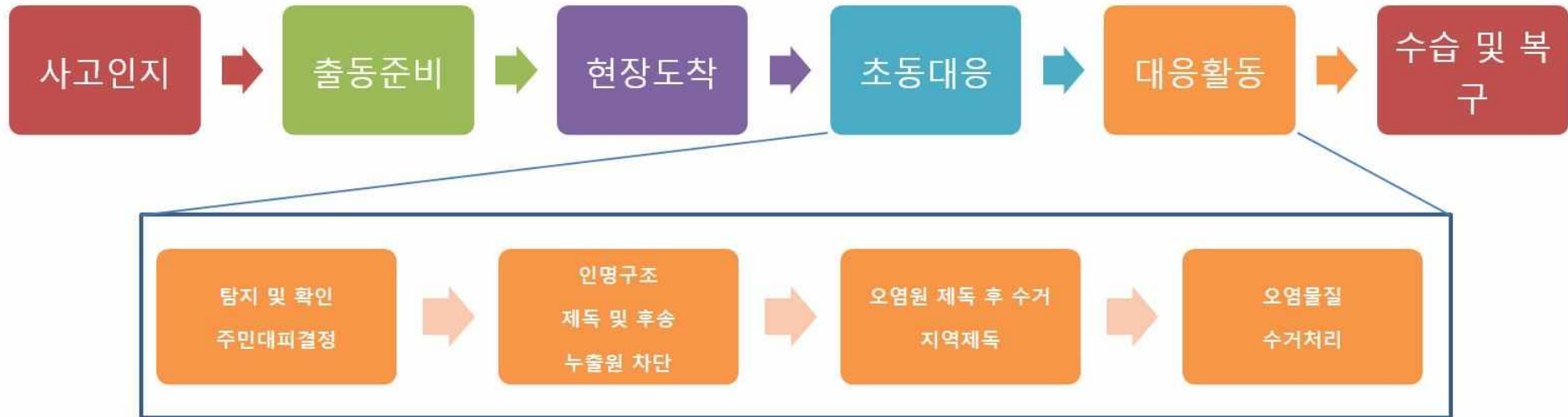


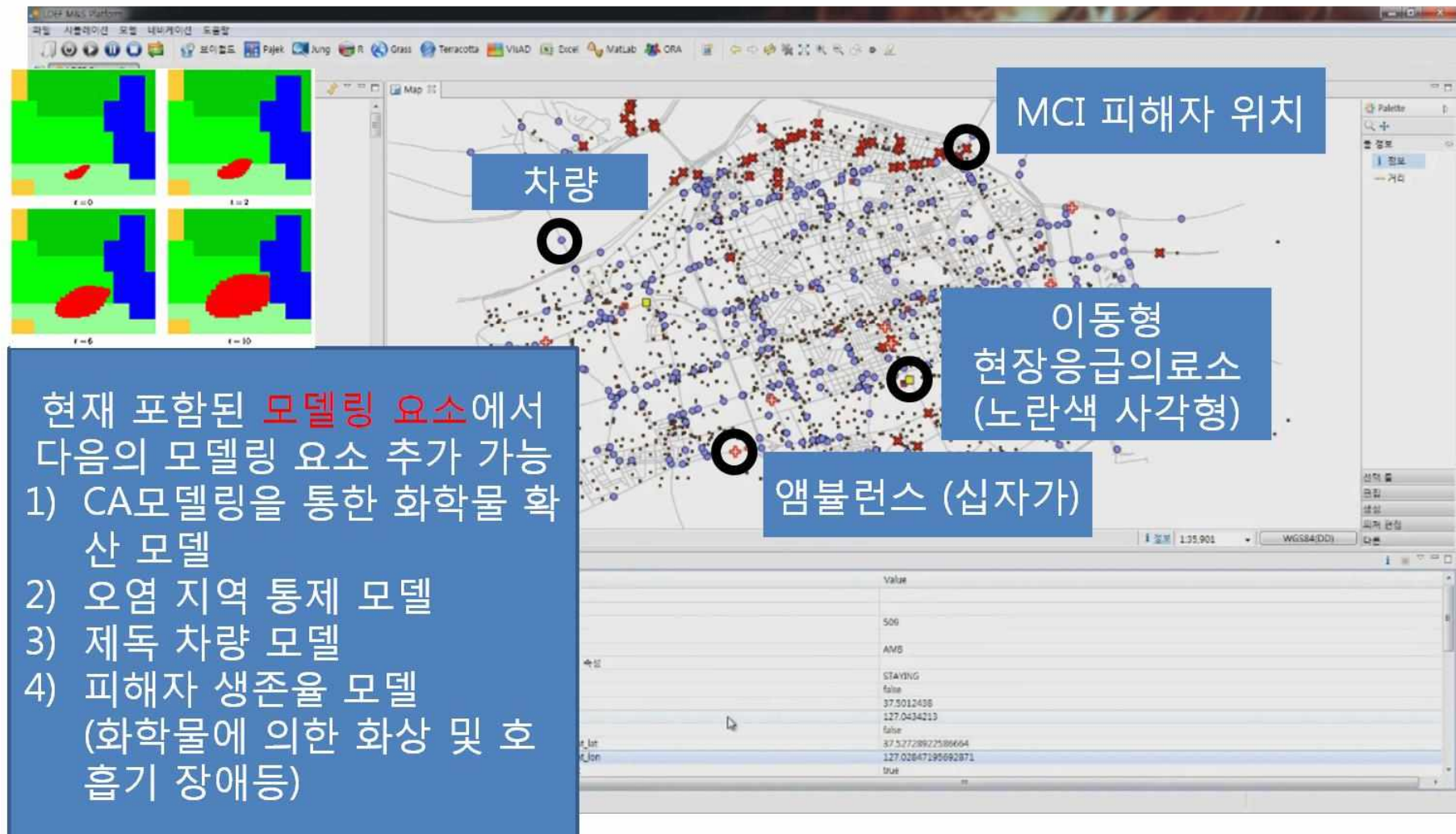
Figure 2. Lung CT scan serial images revealing a diffuse ground glass pattern with peribronchovascular bilateral infiltrate on admission (A) and significant reversal of lung lesions on follow-up at 3 months (B).

화학 사고/재난 병원전 피해 대응 단계

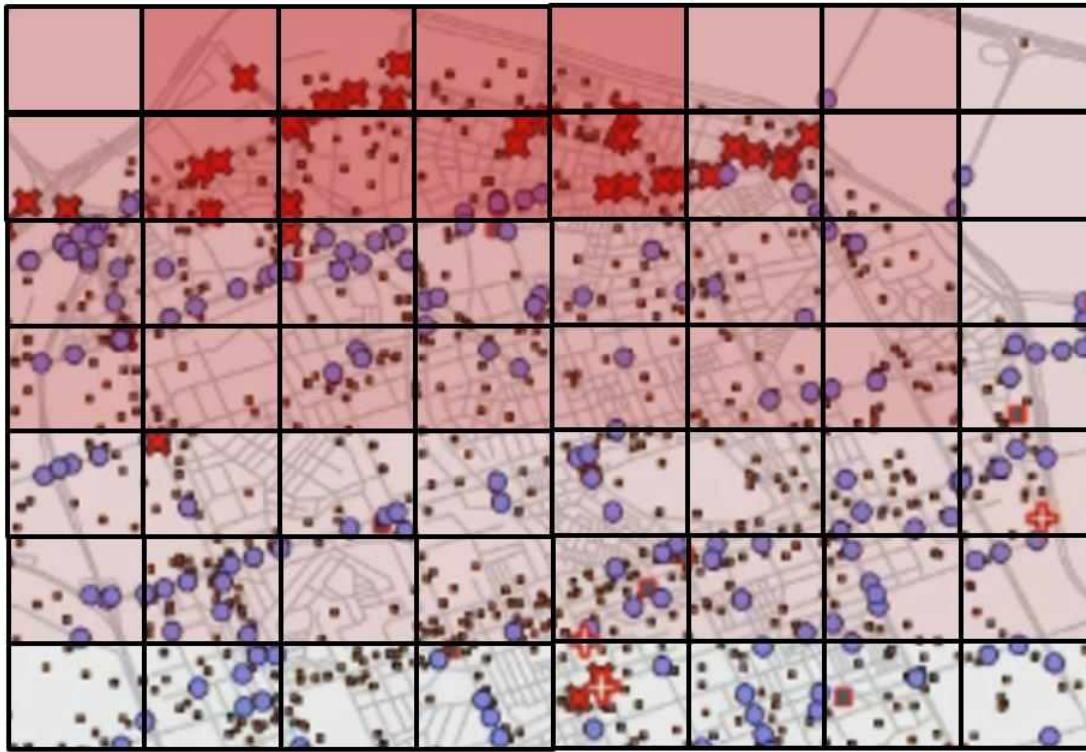


- **화학 재난에서 인명구조 단계**
 - 대응활동 내에서 인명구조 단계 존재
 - 위 과정은 매뉴얼 상의 절차이며, 실제 구조 작업은 다양한 요인의 영향을 받을것으로 판단됨
- **인명 구조 작업의 영향 요소**
 - 오염 지역내의 구조 활동 어려움
 - Hot Zone → Warm Zone → Cold Zone으로 이동
 - 오염 물질의 지속적인 확산 가능성
 - 제독 장비 및 특수 구조 장비가 충분치 않을 가능성
- **영향요소를 시뮬레이션에 반영하여, 인명 구조 활동의 효율성을 수치적으로 분석함**

화학사고 응급의료 대응 시뮬레이션



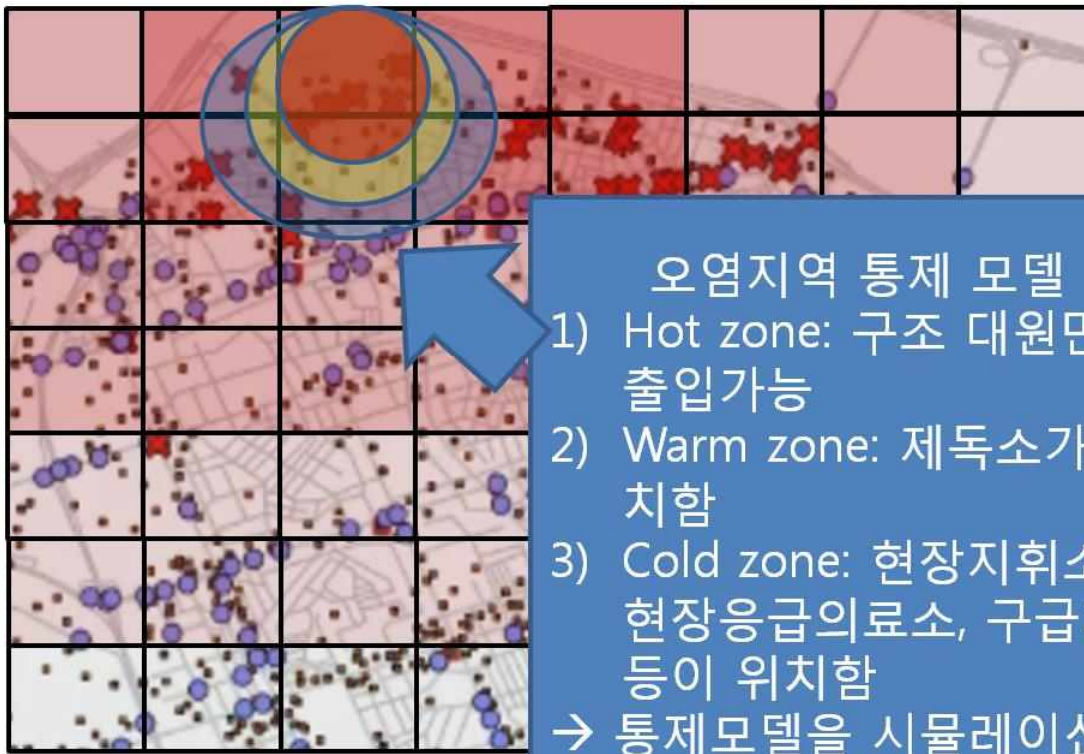
시뮬레이션 개발 예 (1)



Cellular Automata로 구성된 대상 지역 모델링

- 빠른 시뮬레이션 구동을 위하여 CA를 활용하여 화학물 전파 모델링
- 지역을 격자화하여 단위 Cell당 화학물 확산 정도를 표시함
- 개활지가 아니기 때문에 부정확할 가능성이 존재함
 - 그러나 정확한 CFD 모델을 활용할 경우, 시뮬레이션 속도가 현실적이지 않을 가능성이 있음

시뮬레이션 개발 예 (2)



Cellular Automata로

오염지역 통제 모델

- 1) Hot zone: 구조 대원만 출입가능
- 2) Warm zone: 제독소가 위치함
- 3) Cold zone: 현장지휘소, 현장응급의료소, 구급차 등이 위치함

→ 통제모델을 시뮬레이션에 포함하여, 일반 MCI 모델에 비해 얼마나 피해자 생존율에 영향을 미치는지 분석함

- 빠른 시뮬레이션 구동을 위하여 CA를 활용하여 화학물 전파 모델링
- 지역을 격자화하여 단위 Cell당 화학물 확산 정도를 표시함
- 개활지가 아니기 때문에 부정확할 가능성이 존재함
 - 그러나 정확한 CFD 모델을 활용할 경우, 시뮬레이션 속도가 현실적이지 않을 가능성이 있음

사업장의 응급환자 관리 체계 수립

증상별 응급 후송병원과 처치 방법을 명확히 하여 조직원 공유 및 훈련 실시.

SolutionPartner		응급처치 체계	발행처 : 건강관리실
증상	1차 후송 병원	2차 후송 병원	
화상 (화학물질 및 유기용제 노출 포함)	■여천전남병원 응급실 (☎690-6118) ■응급조치: 차가운 물로 세정	▶한강성심병원(서울) ▶베스티안병원(서울) ▶한일병원(전기화상, 서울) ※ 화학 물질 노출시 MSDS 지참 (송부)하여 이송	
안과질환 (안구 및 각막 화상 포함)	■여수성심병원 응급실 (☎650-8200) ■응급조치: 흐르는 물로 세정	▶화산전남대학교병원 ※ 연구상태 파악 후 문지동교수 연락 (☎011-640-3437)	
절단, 협착	■순천하나병원 (☎740-8888) ■응급조치: 절단부위는 깨끗한 천으로 압박	▶두손병원(안산) ▶예순병원(부천)	
뇌졸중	■여천전남병원 응급실 (☎690-6118) ■응급조치 -의식있는 경우: 상체를 45정도로 들어 올려 안정 상태 유지 -의식없는 경우: 심폐소생술	▶화산전남대학교병원 ※ 의식 및 팔력징후 파악 후 문지동교수 연락 (☎011-640-3437)	
심근경색	■여천전남병원 응급실 (☎690-6118) ■응급조치: 구급차 도착할 때까지 심폐소생술 실시	▶순천성가톨릭병원 ▶화산전남대학교병원 ※ 팔력징후 파악 후 문지동교수 연락 (☎011-640-3437)	

☞ 우선 1차 병원에서는 응급 처치 후 의사소견 및 개인의사에 따라 필요시 2차 병원으로 후송

※ 증상별 응급처치 가이드에 따라 응급조치를 취하면서 보건관리자에게 전화 주세요~!

☞ 임정혜(화치) ☎016-485-7071 ☞ 박금옥(화성동) ☎010-7577-6652
 ☞ 김은미(VCM/SM) ☎010-7942-9289 ☞ 김주희(NCC) ☎010-2220-2705

응급처치가이드: 화상

응급처치가이드: 절단

응급처치가이드: 심폐소생술

1. 의식확인 2. 의식 없을 시 119 신고

응급처치 훈련 실시(전사원)

CPR경연대회 대상 수상(소방서)

5. 맥박확인

응급환자 발생실 ☎1119

응급환자 발생실 ☎1119

응급환자 발생실 ☎1119

화학사고 응급대응정보시스템 수요조사와 데이터베이스 분석

Table 1. Database status classification of chemical emergency respond information

Category	Amount	Proportion (%)
Cleaning products	89	7
Bleach and synthetic detergent	40	3
Remover	42	4
Adhesives	120	10
Indoor air pollutant	68	6
Products for hair	40	3
Personal hygiene item	10	1
Vehicle products	180	15
Stationeries	31	3
Products for pets	1	<1
Polish	12	1
Antiseptic and germicide	89	7
Fabric chemicals	19	2
Paints	129	11
Cosmetics	52	4
Wash-up products	67	6
Fuels	22	2
Printing products	162	14
Chemicals for photos printing	16	1
Others	11	1
Total	1,200	

Classification result by the Chemical Accident Emergency Information System classification system.



J Korean Med Assoc 2013 August; 56(8): 724-735
<http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2013.56.8.724>
 pISSN: 1975-8456 eISSN: 2093-5951
<http://jkma.org>

한국중독센터 설립 필요성 및 추진방안: 화학사고 응급 대응정보시스템의 수요조사와 데이터베이스 분석을 통해

김 경 희¹ · 송 대 종¹ · 박 미 소¹ · 박 연 신² · 김 해 준^{3,4} · 최 재 욱^{1,3,4*} | ¹고려대학교 환경의학연구소, ²국립환경과학원, ³고려대학교 보건대학원, ⁴고려대학교 의과대학 예방의학교실

국가 화학물질/중독정보센터 설립 필요

- 현재 부처 별로 관련법령
- 범부처 사업이 효과적
- 응급의료진, 소방대원, 전 국민에게 정보제공
- DB 구축, 제공, 전문인력 양성 등을 관련 학회 연동
- 독성 화학물질 사고에 일관된 대처 가능
- 의료진 24시간 연결 시스템 구축
- 새 DB제작은 더 이상 불필요

erwsj@chol.com

**Thank you
for your attention!!**