

사고대비 화학물질 응급처치 지침서 II

(응급의료진 용)



SCU 순천향대학교 구미병원
유해가스노출 환경보건센터

 환경부

목차 | Index

■	의료기관이 위치한 지역의 화학물질에 대한 정보를 확인할 수 있는 방법	7
■	화학물질 누출사고에 의한 대량환자 발생 대비 환자분류 및 증상 수준별 환자 대응지침 윤성용	8
1.	화학사고 시 대량환자 분류절차	8
2.	개발배경 및 목적	13
3.	화학사고 대량환자 분류 및 대응	13
4.	기대효과	17
1	1,3-부타디엔 정혜진	18
	< 동의어 > 1,3-부타디엔(1,3-butadiene), 바이비닐(biviny), 바이에틸렌(biethylene), 피롤일렌(pyrrolylene), 비닐에틸렌(vinylethylene), 디비닐(diviny), 부타-1,3-디엔(buta-1,3-diene), 알파, 감마-부타디엔(alpha.gammabutadiene), 에리트렌(erythrene), 메틸알렌(methylallene), 부타디엔(butadiene)	
1)	알고리즘	18
2)	응급실 처치 매뉴얼	19
3)	응급실 대응 리스트	21
4)	물질 정보시트	24
5)	환자 후속지침	25
2	벤젠 윤성용	26
	< 동의어 > 벤졸(benzol), 사이클로헥사트리엔(cyclohexatriene), 벤졸(benzole), 펜(phen), 피로벤졸(pyrobenzol), 피로벤졸(pyrobenzole), 탄소 오일(carbon oil), 콜타르 나프타(coal tar naphtha), 페닐 수화(phenylhydride), 벤졸렌(benzolene), 수소의 비카르부렛(bicarburet of hydrogen), 석탄 나프타(coal naphtha), 모터 벤졸(motor benzol), 아놀렌(annulene), 미네랄 나프타(mineral naphtha)	
1)	알고리즘	26
2)	응급실 처치 매뉴얼	27
3)	응급실 대응 리스트	32
4)	물질 정보시트	39

5) 환자 후속지침 41

3 페놀 윤성용 42

< 동의어 > 석탄산(carbolic acid), 수산화페닐(Phenyl Hydroxide, Phenyl hydrate), 페닌산(phenic acid), 페닐린산 (phenylic acid), 페닐릭알코올(phenylic alcohol), 수산화 벤젠(hydroxybenzene), 모노하이드록시 벤젠 (monohydroxy benzene), 옥시벤젠(oxybenzene), 페닐알코올(phenyl alcohol), 페놀알코올(phenol alcohol), 벤제놀(benzenol), 모노페놀 (monophenol)

1) 알고리즘 42
 2) 응급실 처치 매뉴얼 43
 3) 응급실 대응 리스트 48
 4) 물질 정보시트 56
 5) 환자 후속지침 58

4 크실렌 신희준 59

< 동의어 > o-자일렌(o-크실렌)(o-xylene), o-다이메틸벤젠(o-dimethylbenzene); 1,2-다이메틸벤젠(1,2-dimethylbenzene), o-메틸톨루엔(o-methyltoluene), 2-메틸톨루엔(2-methyltoluene), 오쏘-자일렌(ortho-xylene), 1,2-자일렌(1,2-xylene), 자일렌(xylene), o-자일올(o-xylol)

1) 알고리즘 59
 2) 응급실 처치 매뉴얼 60
 3) 응급실 대응 리스트 63
 4) 물질 정보시트 70
 5) 환자 후속지침 71

5 염소 신희준 72

< 동의어 > 염소 분자(chlorine molecular), 이원자 염소(diatomic chlorine), 이염소(dichlorine), 분자 염소 (molecular chlorine), 염소 분자 (Cl₂)(chlorine molecu(Cl₂)), 차아염소산나트륨(락스)

1) 알고리즘 72
 2) 응급실 처치 매뉴얼 73
 3) 응급실 대응 리스트 75
 4) 물질 정보시트 80
 5) 환자 후속지침 81

6 염화비닐 오세광 82

< 동의어 > 클로로에틸렌(chloroethylene), 클로로에텐(chloroethene), 클로르에텐(chlorethene), 트로비두르(trovidur), 에틸렌 모노염화물

(ethylene monochloride), 모노클로로에틸렌
(monochloroethylene), 모노클로로 에텐(monochloro ethene),
바이닐 염화물 단량체 (vinyl chloride monomer), 바이닐
염화물(vinyl chloride, inhibited)

- 1) 알고리즘 82
- 2) 응급실 처치 매뉴얼 83
- 3) 응급실 대응 리스트 84
- 4) 물질 정보시트 87
- 5) 환자 후속지침 88

7 산화에틸렌 오세광 89

< 동의어 > 옥시란(oxirane), 다이하이드로옥시렌(dihydrooxirene), 다이메틸렌
산화물(dimethylene oxide), 에폭시에테인(epoxyethane),
1,2-에폭시에테인(1,2-epoxyethane), 에텐 산화물(ethene oxide),
옥사사이클로프로페인(oxacyclopropane), 옥산(oxane),
옥시도에테인(oxidoethane),
알파,베타-옥시도에테인(alpha,beta-oxidoethane), 옥시란(oxiran)

- 1) 알고리즘 89
- 2) 응급실 처치 매뉴얼 90
- 3) 응급실 대응 리스트 91
- 4) 물질 정보시트 94
- 5) 환자 후속지침 96

8 포스겐 이한유 97

< 동의어 > 카보닐 염화물(carbonyl chloride), 탄소 옥시염화물(carbon oxychloride),
탄소 이염화 산화물 (carbon dichloride oxide), 탄소 이염화물(carbon
dichloride), 탄산 이염화물(carbonic acid dichloride), 클로로포밀
염화물(chloroformyl chloride)

- 1) 알고리즘 97
- 2) 응급실 처치 매뉴얼 98
- 3) 응급실 대응 리스트 100
- 4) 물질 정보시트 104
- 5) 환자 후속지침 106

9 신경 작용제 정혜진 107

< 동의어 >

GA: ethyl dimethylamidocyanophosphate; ethyl
N,N-dimethylphosphoramidocyanidate; ethyl
dimethylaminoethoxy-cyanophosphine oxide;
dimethylamidoethoxy-phosphoryl cyanide; EA1205;

dimethylphosphoramidocyanidic acid ethyl ester

GB: isopropyl methylphosphonofluoridate; isopropoxymethylphosphoryl fluoride; trilone; MFI; TL1 618; isopropylmethanefluorophosphonate; T144; T2106; fluoro(isopropoxy)methylphosphine oxide; methylisopropoxyfluorophosphine oxide; zarin

GD: pinacolyl methylphosphonofluoridate; 1,2,2-trimethylpropyl methylphosphonofluoridate; methylpinacolylxyfluorophosphine oxide; pinacolylxymethylphosphonyl fluoride; 1,2,2-trimethylpropoxyfluoro(methyl)phosphine oxide; pinacolyl methylphosphonyl fluoride

VX: O-ethyl S-(2-diisopropylaminoethyl) methylphosphonothiolate; methylphosphonothioic acid; S-2-(diisopropylamino)ethyl O-ethyl methylphosphonothioate; O-ethyl S-(2-diisopropylaminoethyl)methylphosphonothioate; O-ethyl S-(2-diisopropylaminoethyl) methylthiolphosphonate; O-ethyl S-diisopropylaminoethyl methylphosphonothiolate

1) 알고리즘 107

2) 응급실 처치 매뉴얼 108

3) 응급실 대응 리스트 113

4) 물질 정보시트 116

5) 환자 후속지침 117

10

수포 작용제 이한유 118

< 동의어 > Bis(2-chloroethyl) sulfide; bis(beta-chloroethyl) sulfide; di-2-chloroethyl sulfide; 1-chloro-2(beta-chloroethylthio)ethane; 2,2'-dichloroethyl sulfide; sulfur mustard; Iprit; Kampstoff "Lost" mustard gas; senfgas, S-yperite; yellow cross liquid; Mixture of bis (2-chloroethyl) sulfide and bis [2-(2-chloroethylthio)-ethyl] ether

1) 알고리즘 118

2) 응급실 처치 매뉴얼 119

3) 응급실 대응 리스트 121

4) 물질 정보시트 127

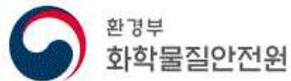
5) 환자 후속지침 129

사고대비 화학물질 응급처치 지침서

정보확인

[의료기관이 위치한 지역의 화학물질에 대한 정보를
확인할 수 있는 방법]

☞ “ 환경부 화학물질안전원 ” 홈페이지



⇒ “위해관리계획 / 주민고지시스템” ⇒ 지역 입력 후 조회



대량환자 발생 대비 환자분류 및 증상 수준별 환자 대응지침

1. 화학사고 시 대량환자 분류절차

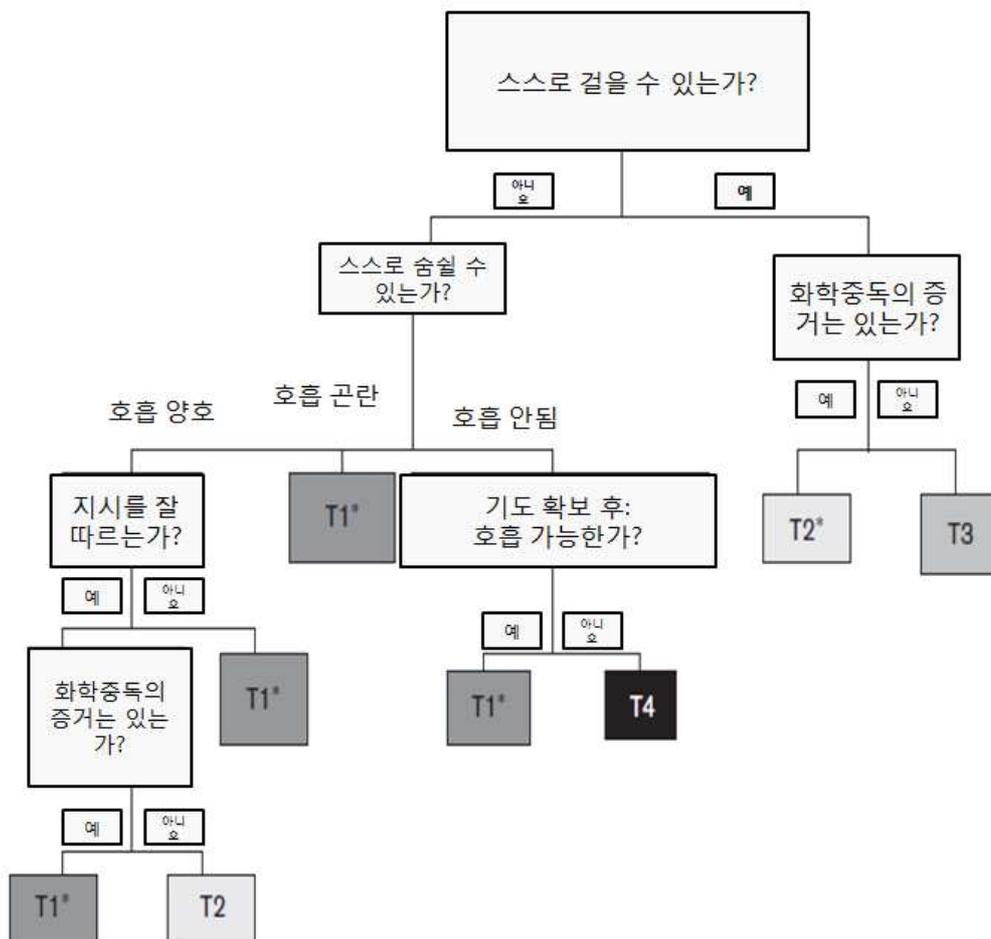


그림 1 : 화학사고 시 대량환자 분류절차

표 1. 신경 및 수포 작용제(테러대비 화학물질) 노출 시 환자분류

A. 신경 작용제

< T1- 긴급 : 즉시 소생치료가 필요한 사상자 >

- 대화가능, 심장순환 정상 but, 혼자 걸을 수 없을 때
 - 숨쉬기 힘들어한다.
 - 경련, 메쓰거움, 구토 증상이 있다.
 - 호흡기, 소화기, 근육 관련 2가지 이상의 증상이 있다.
- 대화가 불가능, 혼자 걸을 수 없다. but, 심장순환은 정상인 경우

< T2- 응급 : 수시간 내에 치료 및 입원해도 생명에 지장이 없는 사상자 >

- 해독제를 투여 받고 회복중인 경우

< T3- 비응급 : 가벼운 부상의 사상자 >

- 자연스러운 걷기와 말하기가 가능하고, 스스로 진료협조가 가능한 경우
- 축동, 콧물
- 경미한 호흡 불편감

< T4- 지연 : 사망 또는 생존 가능성이 없는 사상자 >

- 의식없음, 대화 불가능
- 심장순환 불능(심박동 및 맥박 확인 않됨)

B. 수포 작용제

< T1- 긴급 : 즉시 소생치료가 필요한 사상자 >

- 기도 손상

< T2- 응급 : 수시간 내에 치료 및 입원해도 생명에 지장이 없는 사상자 >

- 피부 손상 또는 화상 (신체 표면적의 5~50% 이내)
- 중등도 이상의 눈 부상
- 화학물질 노출 6시간 경과후 발생한 호흡기 증상

< T3- 비응급 : 가벼운 부상의 사상자 >

- 피부 손상 또는 화상 (신체 표면적의 5% 미만)
- 경미한 눈 자극증상
- 경미한 상부 기관지 자극증상
- 두통, 목안 통증 등 상기도 점막 자극증상

< T4- 지연 : 사망 또는 생존 가능성이 없는 사상자 >

- 피부 손상 또는 화상 (신체 표면적의 50% 이상)
- 중등도 이상의 심한 기도 손상

표 2. 재난성 화학사고에 의한 대량환자 발생 시 환자분류 시스템

A. 호흡 횟수 평가	횟수	점수
	0회	0
	1~5회	1
	6~9회	2
	29회 초과	3
	10~29회	4
B. 수축기 혈압	수축기 혈압 (mmHg)	점수
	0 mmHg	0
	1~49 mmHg	1
	50~75 mmHg	2
	76~89 mmHg	3
	90 이상 mmHg	4
C. 신경계 검사(Glasgow Coma Scale 기준)		
	반응 형태	점수
1. 눈 반응	모든 자극에 눈을 뜨지않음	1
	통증 자극에 눈을 뜸	2
	대화에 의한 지시에 눈을 뜸	3
	스스로 자연스럽게 눈을 뜸	4
2. 대화 반응	대화에 의한 지시에 반응이 없음	1
	대화에 의한 지시에 이해할 수 없는 소리를 냄	2
	대화에 의한 지시에 부적절한 단어로 반응을 보임	3
	대화에 의한 지시에 이해할 수 없는 (혼란스러운) 대답을 함	4
	대화에 의한 지시에 적절한 대답을 함	5
3. 운동 반응	모든 자극에 운동 반응이 없음	1
	통증자극에 관절을 펴는(신전) 반응을 보임	2
	통증자극에 관절을 굽치는(굴전) 반응을 보임	3
	통증자극에 피하려는 반응을 보임	4
	통증자극을 지적하는 반응을 보임	5
	지시에 따라 움직임	6
◆ 신경계 검사(눈, 대화, 운동 반응) 평가		
	눈, 대화, 운동 반응 합산 점수	점수
	13~15점	4
	9~12점	3
	6~8점	2
	4~5점	1
	0~3점	0

재난성 화학사고에 의한 대량환자 발생 시 환자분류 점수

합계 점수 = 호흡 횟수 평가 + 수축기 혈압 평가 + 신경계 검사 평가 (A + B + C)

1~10 점	T1- 긴급 : 즉시 소생치료가 필요한 사상자
11점	T2- 응급 : 수시간 내에 치료 및 입원해도 생명에 지장이 없는 사상자
12점	T3- 비응급 : 가벼운 부상의 사상자
0점	T4- 지연 : 사망 또는 생존 가능성이 없는 사상자

2. 개발배경 및 목적

2012년 9월 (주)휴브글로벌 불화수소가스 누출사고 시 지역사회로 누출된 불화수소가스로 인해 대규모의 노출 환자가 발생하였고, 이로 인해 해당지역의 소수 응급의료기관에 환자들이 집중되어 많은 혼잡과 혼란이 야기되었다.

이와 같이 화학물질 누출사고로 발생 가능한 대규모 환자 발생시, 증상이 경미한 환자를 포함하여 많은 환자들이 해당지역의 국한된 응급실 및 의료기관에 집중되어 혼란과 불안이 가중될 수 있다. 이러한 상황을 대비하여 대량환자 발생 시에도 체계적인 의료행위가 가능하도록 준비가 필요하다.

이에 대규모 환자발생 시, 짧은 시간에 집중되는 대량환자를 신속하게 분류하고, 수준별로 환자를 분산하여 효율적 진료가 가능하도록 해야 한다.

이를 위해서는 집중된 대량환자를 의료기관에서 신속하고 용이하게 노출수준 및 증상수준에 따라 환자를 분류하고, 분류된 수준별 환자를 효율적으로 진료할 수 있도록 하는 진료지침이 마련되어 있어야 한다.

쉽고 빠른 환자분류를 위한 표준화된 설문지 및 분류기준의 가이드 라인과 분류된 수준별 환자의 진료지침을 개발하여 각 의료기관에 제공하고자 한다.

3. 화학사고 대량환자 분류 및 대응

2012년 (주)휴브글로벌 불화수소가스 누출사고와 같은 화학물질 노출에 의한 대형 재난발생 시 국가 위기관리 및 응급의료서비스의 운영에 있어 대비가 충분하지 않았음이 들어났다. 환자들이 일시에 대량으로 발생되었고, 지역사회의 한정된 의료자원은 공급능력을 초과하였지만, 이에 대한 대비나 훈련이 전혀 없었던 것이 근본적인 이유이다.

재난상황에서 대량환자 발생 시에는 제한된 의료자원으로 최대한 많은 환자 치료를 해야 하는 위기 자원관리 능력이 필요하다.

이러한 능력은 실제 재난상황을 대비한 구체적인 사전계획과 준비, 그리고 즉시 활용 가능한 대응 매뉴얼과 이에 따른 반복 훈련, 훈련 후 지속적인 보완사항 반영 등의 과정을 통해 길러진다.

대량인명손상(multiple casualty incidents, MCI)이 발생한 재난 상황에서 의료자원의 활용에 있어 가장 핵심적인 사안은 환자의 중증도 분류이다.

중증도 분류체계(triage system)는 대량환자 발생사고 시, 긴급을 요하며, 생존율이 높은 환자를 등급별로 분류함으로써 환자치료의 효율성을 극대화시키기 위한 것이며, 대량환자 발생 사고에서 최대 다수의 부상자에 대한 최대의 응급의료적 효과가 그 목표다. 중증도 분류를 통해 정확히 중환과 경상 환자를 분류해 내면, 환자들을 이용 가능한 병원의 수용능력을 고려하여 적절히 분산 배치할 수 있으므로 병원의 부담을 최대한 줄여 줄 수 있다.

특히 화학물질 노출에 의한 재난 시 환자 중증도 분류는 안전이 확보되고, 긴급제독이

가능한 아래 < 그림 2 >과 같은 응급의료지역에서 시행한다. 또한 노출된 화학물질의 특성에 따라 환자의 증상이 지연되어 나타날 수 있기 때문에 지속적, 반복적 중증도 분류를 시행하여 환자의 상태를 계속 체크하는 것이 중요하다.

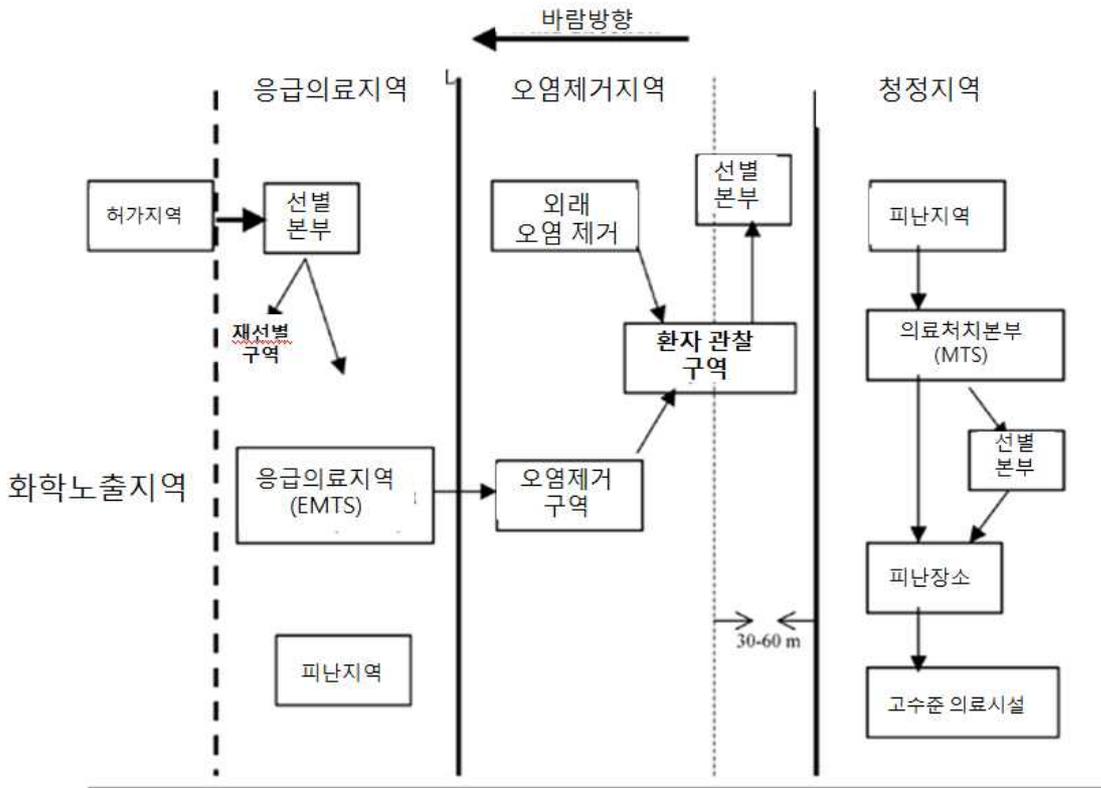


그림 2: 화학사고 시 환자제독 및 분류를 위한 현장 응급의료지역의 설치모델

또한 환자분류 책임자는 아래 < 표 3 > 과 같은 정보와 능력을 가지고 있는 가장 경험이 많고 전문성이 있는 의료팀이 맡고, 나머지 의료진은 분류된 치료 우선순위에 따라 그 다음 수준의 의료진이 긴급환자, 그 다음 수준 의료진이 응급환자를 치료한다.

표 3 : 환자분류 책임자 필요정보

A. 부상의 형태와 심각도

B. 이용 가능한 의료자원

- 의료지원 인력의 구성 및 전문성
- 의료물품의 현황
- 활용 가능한 의료시설 현황 및 수준

C. 의료지원 능력

- 외과 의사와 수술실 현황
- 일반병실, 중환자실, 가용 산소호흡기 갯수
- 환자 이송능력 (구급차 대수와 가용능력)
- 오염제거 장치 및 시설

화학물질 노출에 의한 재난 시 대량환자 중증도 분류를 위한 분류도구를 개발원칙은 아래 표 4와 같다.

표 4 : 화학사고 시 대량환자 분류도구 개발원칙

- 단순성 (쉽게 적용 가능하게)
- 신속성 (신속하게 적용 가능하게)
- 재현성 (평가자간의 환자분류 차이가 최소화되게)
- 활용성 (다양한 전문성, 교육수준, 경험도의 의료진 및 구조대원에 의해서도 활용 가능하게)
- 정확성 (생존율 최대화에 대한 신뢰성이 높게)

우리나라의 일반적인 대량환자 분류단계는 아래 표 5과 같이 즉시 응급치료가 필요한 긴급(T1), 수시간 이내에 응급처치가 필요한 응급(T2), 최소 수시간 후에 치료해도 생명이 지장이 없는 비응급(T3), 사망 혹은 생존 가능성이 없는 지연(T4)으로 평가하는 START 방식과 같은 4단계 분류체계를 채택하고 있다.

표 5 : 일반적인 대량환자 분류단계

- T1- 긴급 : 즉시 소생치료가 필요한 사상자
- T2- 응급 : 수시간 내에 치료 및 입원해도 생명에 지장이 없는 사상자
- T3- 비응급 : 가벼운 부상의 사상자
- T4- 지연 : 사망 또는 생존 가능성이 없는 사상자



그림 3 : 기존 외상성 대량환자 분류절차

4. 기대효과

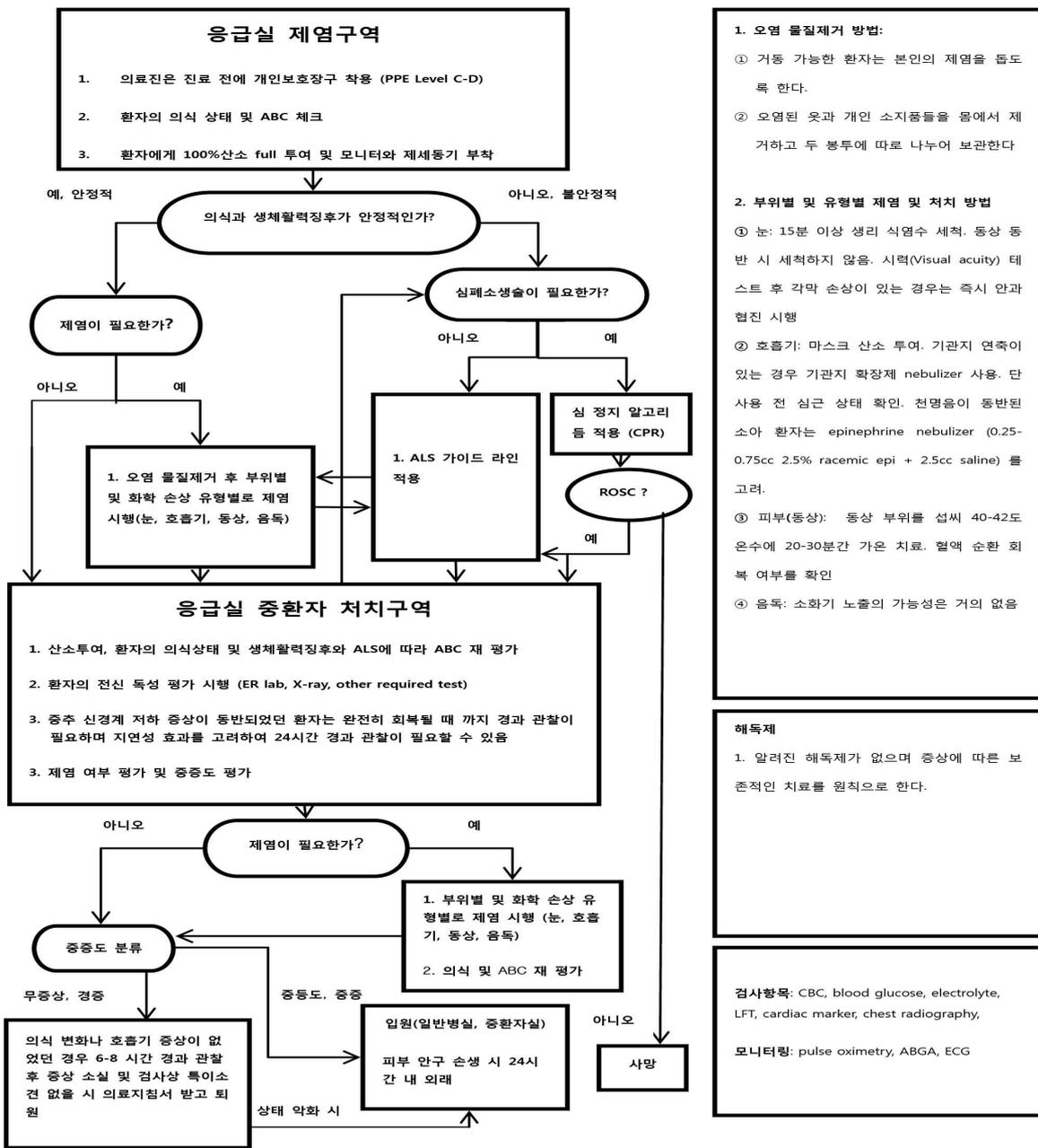
재난성 화학사고 시 발생 가능한 대량환자를 대비한 환자분류 도구로써 기존의 외상성 대량환자 중등도 분류체계와는 차별화되고, 화학사고시 의료진 및 현장 대응요원들이 바로 활용할 수 있기를 기대한다.

사고대비 화학물질 응급처치 지침서

화학물질

1. 1,3-부타디엔

1) 알고리즘



2) 응급실 처치 매뉴얼

[부타디엔 중독 환자의 치료 및 배치 원칙]

1. 대응 의료진들은 어떤 상황에서도 항상 화학물질대비 개인보호구(Personal protective equipment, PPE) Level B or C를 착용한다.
2. 제염 여부에 상관없이 환자가 의식이 없거나, 저혈압 이거나 경련이나 심장 부정맥을 보인다면 기존 전문생명소생술(Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC (Airway, Breathing, Circulation)순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
3. **해독제가 없으므로** 보존적 치료와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다. CBC, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, ECG 모니터링을 시행한다. 심각한 흡입 노출이나 폐 흡인이 예상되면 chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사를 시행한다.
4. 심각한 수준으로 흡입 혹은 음독 노출되어 CNS 억제나 호흡곤란의 증상을 보이거나, 고농도에 노출이 된 환자들은 입원시킨다.
5. 중추 신경계 저하 증상이 완전히 회복될 때 까지는 경과 관찰이 필요하며, 지연성 효과를 고려하여 24시간 이상 경과 관찰이 필요한 경우도 있다.
6. 초기에 경증의 증상이 있더라도 6~8시간 경과 관찰하는 동안 증상이 소실되었다면 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대비한 안내 지침서를 받아가지고 퇴원한다 (부타디엔 - 환자 후속지침 참조).

[부타디엔 중독 시 시행 할 Laboratory test]

- ABGA, CBC, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker.
- Chest X-ray, pulse oximetry

[피부 노출 환자의 처치]

1. 부타디엔 압축가스나 액체가 피부에 닿으면 동상이 생길 수 있다. 환자가 동상을 입었다

면 40°C~42°C 사이의 온도 수조에서 20~30분 가량 손상부위를 재가온 치료를 하며 동상 부위의 혈액 순환이 돌아올 때까지 계속한다.

[눈 노출 환자의 처치]

1. 최소 5분 이상 안구 세척을 시행한다. 단, 동상을 입은 눈은 세척하지 않는다.
2. 시력 테스트를 한다.
3. 각막손상은 없는지 안구를 조사하고 적절히 치료한다. 심각한 각막손상이 있는 환자들은 안과 전문의에게 즉시 협진을 의뢰한다.

[호흡기 노출 환자의 처치]

1. 부타디엔 기체의 흡입으로 호흡곤란 증상이 있다면 마스크로 산소를 공급한다.
2. 기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료한다. 선택적인 베타-2 작용제들을 사용할 수 있다.
3. 천명음이 들리는 소아 환자에게는 racemic epinephrine 연무제의 사용을 고려한다.
4. 에피네프린이나 이소프로테리놀 같은 교감신경흥분 제제들은 치명적인 부정맥을 촉진할 수 있으므로 사용을 피해야 한다.

[소화기 노출 환자의 처치]

1. 고압상태가 아닐 경우 가스 형태로 존재하므로 소화기 노출의 가능성은 거의 없다.

3) 응급실 대응 리스트

[제염 단계]

1. 병원 전 단계에서 제염 처치를 받지 않았다면 응급실 입실 전 제염 구역에서 먼저 제염을 시행한다.
2. 부타디엔 가스에 노출된 환자는 처치자에게 이차적으로 오염시킬 가능성이 낮으나, 피부나 의복이 액체 부타디엔에 다량 오염이 된 경우 증발 가스에 의한 이차적 오염을 초래할 수 있다.
3. 제염자/ 의료진 보호
 - 1) 호흡 보호구 : 독성 농도의 부타디엔에 노출이 될 경우를 대비하여 양압(Positive-pressure), 및 자급식 호흡장비(Self-contained breathing apparatus, SCBA)가 권고된다.
 - 2) 피부 보호구 : 액체 또는 고농도 압축가스 유출이 의심되는 경우 화학물질 보호복(chemical-protective clothing) 및 부틸(butyl) 고무 글러브가 권고된다.
4. 제염자의 보호구 사용이 어린이 환자들에게는 공포심을 유발하여 추가 처치에 대한 순응도를 낮출 수 있음을 주의한다.
5. 기본 제염 시에는 환자가 스스로 움직일 수 있으면 자신들이 제염을 하도록 한다. 오염된 옷가지와 개인 소유물을 각각 다른 봉투에 보관하고 가능한 빨리 제거하는 것이 매우 중요하다.
6. 부타디엔 가스나 액체가 완전히 제거되지 않은 경우 추가 제염이 필요하다. 거동할 수 있는 환자는 본인이 제염을 하도록 한다. 추가 폭발이나 화재의 가능성이 있으므로 오염된 옷과 개인 소지품들을 몸에서 제거하여 환기가 잘되는 원외에 둔다.
7. 소아 환자나 노인 환자의 제염 시에는 저체온증에 빠지지 않도록 주의하며 제염을 시행해야 한다. 가능하면 워머나 담요를 사용한다.
8. 동상을 입은 피부와 눈은 주의하며 처치한다. 동상을 입은 피부는 42°C 정도의 따뜻한 물에 놓아둔다. 혈액순환이 스스로 자연히 돌아오도록 한다. 덥혀지는 동안에 환자가 동상 입은 부위를 운동하도록 격려한다.
9. 노출된 피부나 머리카락은 2~3분간 담수로 씻어내고 비누로 닦아낸다.

10. 눈에 동상을 입은 경우는 세척하지 않으며, 동상의 증거가 없을 경우 증류수나 생리식염수로 최소 15분 이상 씻어준다. 렌즈의 경우 추가적인 손상 없이 쉽게 제거 가능한 경우에만 제거한다. 통증이 동반되거나 안구 점막의 손상이 명확한 경우 환자를 처치 구역으로 옮긴다.

[중환 구역 처치 단계]

1. 환자가 병원 내원 전 단계에서 단순히 1,3-부타디엔 가스에 노출되었고 제염 처치를 받았으며 피부나 눈의 자극 증상이 없다면 즉시 중환자 처치 구역으로 옮긴다.
2. 충분히 오염제거가 되었음을 확인한 후에는 기존의 기도, 호흡, 맥박을 평가하고 보조한다.
3. 호흡 부전이 동반된 경우 기도를 확보하고 기관 삽관을 시행한다. 삽관이 불가능할 경우 훈련된 수행자가 운상갑상연골절개를 시행한다.
4. 중증으로 판단되는 환자 중 중환자 구역 처치 전 단계에서 정맥로 확보가 안되었던 환자에게는 정맥로를 확보한다. 지속적으로 심장 기능 모니터링을 한다. 보존적인 치료와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다.
5. 환자가 의식이 없거나, 저혈압 이거나 경련이나 심장 부정맥을 보인다면 기존 전문생명소생술(Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC(Airway, Breathing, Circulation)순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
6. 동반 외상 여부에 대하여 확인하고, 경부 외상이 의심되는 경우 수동으로 경부를 고정시키고 실현가능하면 경추부목과 척추부목을 고정한다.
7. 흡입 노출
 - 1) 기관지 연축이 있는 환자들은 연무화된 기관지 확장제로 치료한다. 다수의 화학 물질에 노출된 상황에서 기관지 증감제를 사용하는 것은 부가적인 위험을 초래할 수 있으며, 어떤 종류의 기관지 확장제를 투여할 지 선택하기 전에 우선 심근의 건강상태를 고려해야 한다.
 - 2) 심장 증감제는 적절히 쓸 수 있지만 특정 화학 물질에 노출된 후에 심장 증감제의 사용은 특히 노인환자에게 심부정맥 발생의 위험을 증가시킬 수 있으므로 가급적 피한다. 1,3-부타디엔 중독이 기관지나 심장 증감제의 사용동안에 부가적인 위험을 유발하는지 여부는 알려져 있지 않다.
 - 3) 천명음이 들리는 소아 환자에게는 racemic epinephrine 연무제의 사용을 고려해야 한

다. 2.5cc 증류수에 2.25% racemic epinephrine 용액 0.25~0.75 mL를 혼합하여 심근 변동성에 주의하며 필요에 따라 매 20분마다 반복한다.

4) 기계 환기로 보조하는 환자는 중환자실에 입원하여 집중 경과를 관찰한다.

8. 피부 노출

1) 부타디엔 압축가스나 액체가 피부에 닿으면 동상이 생길 수 있다. 환자가 동상을 입었다면 40~42°C 사이의 수조에서 20~30분 가량 손상부위를 재가온 치료를 하며, 동상 부위의 혈액 순환이 돌아 올 때까지 계속한다.

9. 눈 노출

1) 적절한 안구 세척이 이루어 졌는지를 확인한다. 안되어 있으면 최소 5분 이상 안구 세척을 시행한다. 단, 동상을 입은 눈은 세척하지 않는다. 시력을 테스트한다. 각막손상은 없는지 안구를 조사하고 적절히 치료 한다. 심각한 각막손상이 있는 환자들은 안과 전문의에게 즉시 협진을 의뢰한다.

[응급실 진료이후 환자 배치 및 추적 검사]

1. 입원 : 증상이 지속되거나 악화 경과를 보이는 경우 또는 고농도에 노출이 된 경우에는 입원을 고려한다.

2. 지연성 효과 : 중추 신경계 저하 증상이 완전히 회복될 때 까지는 경과 관찰이 필요하며, 지연성 효과를 고려하여 24시간 이상 경과 관찰이 필요한 경우도 있다.

3. 퇴원

1) 환자가 의식의 변화나 호흡기 증상이 없었던 경우 응급실 퇴원이 가능하다.

2) 초기에 경증의 증상이 있더라도 6~8시간 경과 관찰하는 동안 증상이 없어졌다면 퇴원이 가능하다.

3) 귀가 이후의 안정가료 및 증상 발현 또는 재발 시 즉시 내원할 것을 교육한다.

4. 추적검사 :

1) 단기 외래 추적 관찰을 시행하며 중등도의 노출 후 심폐 영향이 있었던 경우는 CBC, renal pannel, liver pannel 시행 후 추적 관찰한다.

2) 피부 및 안구손상의 경우 24시간 내 재평가한다.

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 1,3-부타디엔 가스 또는 1,3-부타디엔 용액에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 1,3-부타디엔이란 무엇입니까?

부타디엔은 순한 방향성 냄새를 가진 무색의 기체로 특수 컨테이너에 압축 액화가스 형태로 운반 및 보관되며 화학제품이나 석유제품, 고무제품 등의 제조과정에서 배출됩니다.

2. 1,3-부타디엔 노출시 즉시 발생할 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

부타디엔 노출 시 코점막, 눈, 입, 기도 자극 증상을 초래합니다. 인후통, 콧물, 시력저하, 기침 등이 전형적인 증상이며 고농도 노출 시 두통, 구역, 구토, 기면, 어지러움, 혼수 및 사망 등을 초래할 수 있습니다. 피부나 눈에 직접 접촉할 경우 동상이 동반될 수 있습니다.

3. 1,3-부타디엔 노출에 의한 증상은 치료될 수 있습니까?

부타디엔은 특별한 해독제가 없습니다. 하지만 대부분의 부타디엔에 노출된 환자들은 잘 회복됩니다. 다량의 가스를 흡입한 환자는 입원 치료가 필요합니다.

4. 향후 장기간 건강상의 영향이 발생할 수 있습니까?

부타디엔에 소량 노출되어 빠른 시간 내에 회복되는 경우에는 지연성 또는 장기적인 건강 문제를 일으킬 가능성은 거의 없습니다. 생식기능에 영향을 준다는 보고는 없으나 동물검사에서 장기간 노출 시 발달 장애가 동반되는 것으로 알려져 있습니다. 장기간 노출 시 암 발생 가능성이 보고되어 발암물질로 간주되고 있습니다.

5. 1,3-부타디엔에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

부타디엔 중독 시 소변이나 호기에 존재하는 부타디엔 부산물을 검출할 수 있으나, 노출 직후에만 검출이 가능하고 널리 사용되지는 않습니다.

6. 1,3-부타디엔에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발현되는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우 :

- ▶ 호흡 곤란, 짧아진 호흡
- ▶ 가슴 통증 또는 압박감, 천명음(호흡시 "쌩쌩" 거리는 소리)
- ▶ 손상 피부 감염, 발적, 통증 농성 분비물
- ▶ 노출된 눈 부위에서의 통증 및 분비물 증가

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____

☞ 의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약
(_____) 응급실 / 클리닉, (____)월/(____)일, AM/PM (_____)

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] (____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 : _____

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. : _____

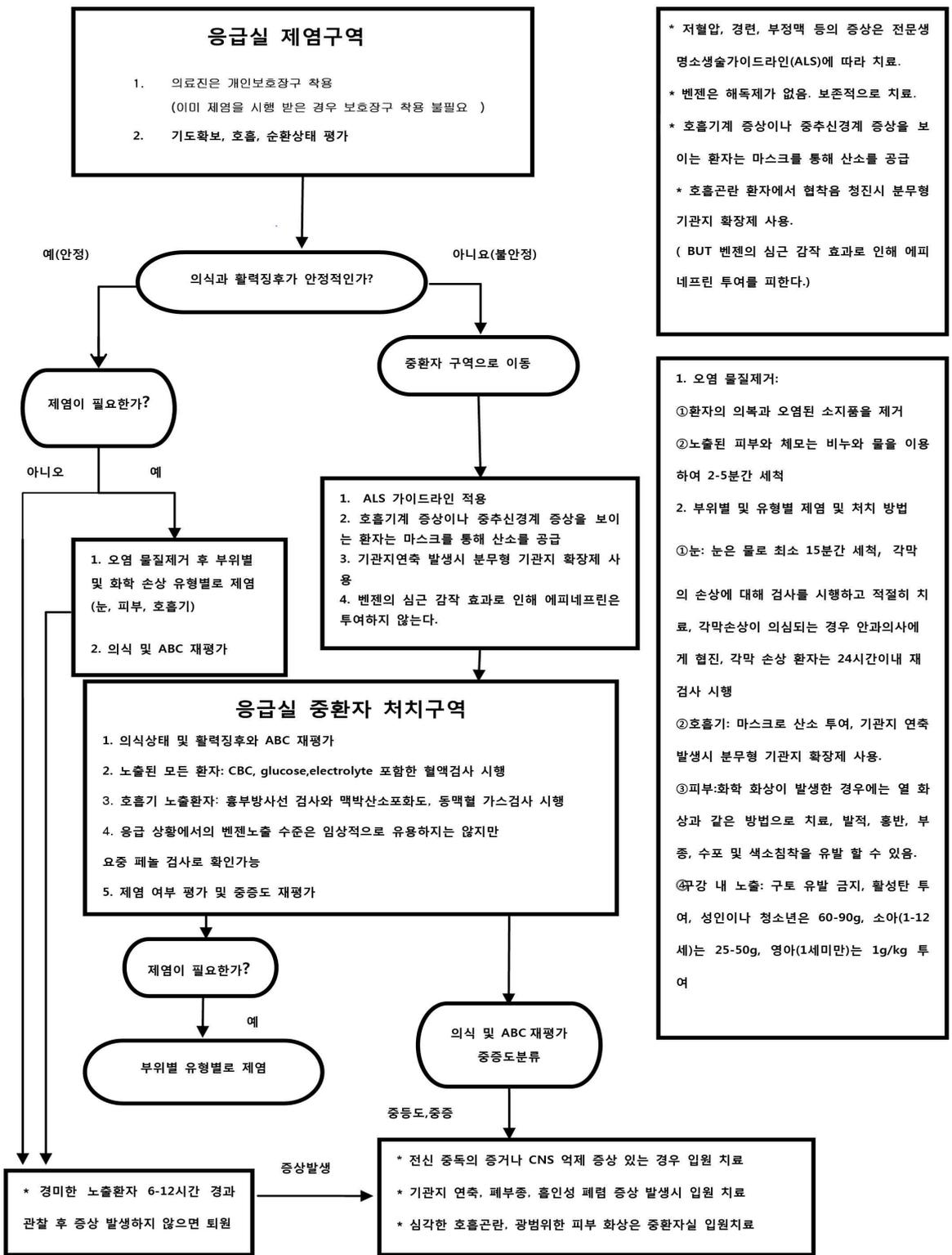
다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____

2. 벤젠

1) 알고리즘



* 저혈압, 경련, 부정맥 등의 증상은 전문생 명소생술가이드라인(ALS)에 따라 치료.
* 벤젠은 해독제가 없음. 보존적으로 치료.
* 호흡기계 증상이나 중추신경계 증상을 보이는 환자는 마스크를 통해 산소를 공급
* 호흡곤란 환자에서 협착음 청진시 분무형 기관지 확장제 사용.
(BUT 벤젠의 심근 감작 효과로 인해 에피네프린 투여를 피한다.)

1. 오염 물질제거:
①환자의 의복과 오염된 소지품을 제거
②노출된 피부와 체모는 비누와 물을 이용하여 2-5분간 세척
2. 부위별 및 유형별 제염 및 처치 방법
①눈: 눈을 물로 최소 15분간 세척, 각막의 손상에 대해 검사를 시행하고 적절히 치료, 각막손상이 의심되는 경우 안과의사에 게 협진, 각막 손상 환자는 24시간이내 재 검사 시행
②호흡기: 마스크로 산소 투여, 기관지 연속 발생시 분무형 기관지 확장제 사용.
③피부:화학 화상이 발생한 경우에는 열 화상과 같은 방법으로 치료, 발적, 홍반, 부종, 수포 및 색소침착을 유발 할 수 있음.
④구강 내 노출: 구토 유발 금지, 활성탄 투여, 성인이나 청소년은 60-90g, 소아(1-12세)는 25-50g, 영아(1세미만)는 1g/kg 투여

2) 응급실 처치 매뉴얼

[벤젠 중독 환자의 치료 및 배치 원칙]

(의료진 호흡기 보호) : 잠재적으로 안전하지 않은 벤젠 증기 수준 (즉, 1 시간 동안 300ppm 이상)에 노출되는 것과 관련된 상황에서는 양압 self-contained breathing apparatus (SCBA)를 사용하는 것이 권고된다.

(의료진 피부 보호) : 벤젠 증기는 피부를 통해 잘 흡수되지 않기 때문에 벤젠의 증기 노출만 예상되는 경우 화학 보호복은 일반적으로 필요하지 않다. 피부의 자극과 피부 흡수가 일어날 수 있는 액체 벤젠과의 접촉이 예상되는 경우, 화학 보호구를 착용하는 것이 좋다.

1. 제염 여부에 상관없이 환자가 의식이 없거나, 저혈압 이거나 경련이나 심장 부정맥을 보인다면 기존 전문생명소생술(Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC (Airway, Breathing, Circulation) 순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
2. 벤젠의 심근 감각 효과로 인해 에피네프린은 투여하지 않는다.
3. 벤젠에 다량 노출이 의심되거나 환자가 저혈압인 경우, 정맥 내 NS 또는 Lactated Ringer's 액을 주입한다. 성인의 경우, 혈압이 80mmHg 미만인 경우 1,000mL/hr 정맥 내 NS 또는 Lactated Ringer's 액을 bolus로 투여한다. ; 수축기 혈압이 90 mmHg 이상이면 주입 속도는 150~200 mL/hr 이면 충분하다. 어린이의 경우 NS 20 mL/kg을 10분~20 분간 투여한 다음 2~3 mL/kg/hr 으로 주입한다.
4. 발작, 의식저하 또는 부정맥 증상을 보이는 환자는 대사성 산증을 평가하고, 대사성 산증시 정맥 내 중탄산염 나트륨(sodium bicarbonate)을 (초기 성인 투여량 = 1 앰플(20 mEq), 소아 투여량 = 1 mEq/kg) 투여하여 적절히 치료한다. 추가적 중탄산염 나트륨 (sodium bicarbonate) 투여는 동맥혈 가스 검사를 보고 결정한다.
5. 해독제가 없으므로 보존적 치료와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다. CBC, peripheral blood smear, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링을 시행한다. 심각한 흡입 노출이나 폐 흡입이 예상되면 chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사를 시행한다.
6. 벤젠 또는 페놀의 혈중 농도는 임상 적으로 유용하지는 않지만 노출을 기록하는 데 사

용될 수 있다. OSHA에서는 벤젠에 노출된 모든 근로자에게 응급 상황에서도 요 중 페놀 검사를 실시하도록 요구하고 있다. 그러나 벤조산 염 방부제, 특정 약물 (예 : Pepto-Bismol and Chloraseptic) 섭취, 흡연과 같은 높은 요 중 페놀 농도에 영향을 줄 수 있는 다른 요인을 평가해야 한다. 벤젠의 다른 비노기계 대사산물인 S-phenyl-N-acetyl cysteine 과 muconic acid도 노출을 평가하는데 사용할 수 있다. 벤젠에 대한 ACGIH의 생물학적 노출지표는 25 μ g S-phenyl-N-acetyl cysteine (PhAC)/g creatinine이고, muconic acid 또한 벤젠의 민감한 생물학적 노출지표이다.

7. 심각한 수준으로 흡입 혹은 음독 노출되어 CNS 억제나 호흡곤란의 증상을 보이는 환자들은 입원시킨다.
8. 입원 환자에서 급성 신부전, 중추신경증상, 부정맥의 징후가 있는지 관찰한다.
9. 흡입으로 노출된 환자는 폐부종의 징후를 관찰해야 하고, 벤젠 섭취 환자는 흡입 후 72 시간 이내에 발생할 수 있는 흡인성 폐렴의 징후가 있는지 관찰해야 한다.
10. 벤젠에 노출된 환자는 지연 효과를 파악하기 위해 응급실에서 최소 6~12시간 이상 경과 관찰을 해야 한다.
11. 노출 후 6~12시간 이상 무증상인 환자들의 경우는 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대비한 안내 지침서를 받아가지고 퇴원 한다(벤젠 - 환자 후속지침 참조).
12. 실신 또는 정신 혼돈과 같은 임상증상이 있었던 환자와 요중 페놀 농도가 75mg/L 이상인 급성 노출환자는 벤젠에 상당히 노출이 되었음을 의미한다. 이들 환자는 벤젠의 조혈기계 영향 (혈소판 감소증, 재생 불량성 빈혈, 범혈구 감소증 및 급성 골수백혈병)에 대해 모니터링해야 한다.
13. 잠재적인 골수영향 (혈소판 감소증, 재생 불량성 빈혈, 범혈구 감소증 및 급성 골수백혈병)을 모니터링 하기 위해서 정기적인 CBC (최소 3개월에 한번) 검사를 받도록 한다.
14. 각막 손상 환자는 24시간 이내에 재검사를 해야 한다.

[벤젠 중독 시 시행 할 검사들]

CBC c diff, peripheral blood smear, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링, chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사, 요 중 페놀, 요 중 S-phenyl-N-acetyl cysteine (PhAC), 요 중 muconic acid

[화상 시 처치]

1. 벤젠에 노출된 피부는 비누와 물로 2~5분간 철저히 씻는다. (샤워를 하는 것이 바람직함). 비누로 씻은 후 물로 철저히 충분히 헹군다.
2. 환자의 제염이 확인되면 환자를 처치 구역으로 옮겨 온열 화상에 준해 치료한다.
벤젠에 피부가 장기간 접촉하면 자극을 유발하고 탈지된다. 국지적으로 발적, 홍반, 부종, 수포 등의 증상을 일으킬 수 있다.
⇒ 소아는 체표면적이 몸무게에 비해 상대적으로 크기 때문에 피부를 통한 벤젠의 흡수에 더 취약하다.
⇒ 또한 소아는 손을 입에 대는 행동을 잦은 빈도로 하기 때문에 소아의 입을 검사해야 한다.

[눈 노출 환자의 처치]

1. 제염 단계에서 눈 부위 노출 혹은 자극 증상이 있을 때, 적어도 15분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 많은 양의 미지근한 생리 식염수로 씻어내야 한다.
(눈에 2차 손상을 줄 수 있으므로 콘택트렌즈 등은 제거한다. 만약 부식성 물질이 의심되거나 통증이나 손상이 명확하다면 환자를 중환 처치 구역으로 이송하는 동안에도 계속 안구를 세척한다. 안통 및 안검 경련 발생 시 증상완화를 위해 안과용 마취제 <예, 0.5 % tetracaine 또는 proparacaine> 등을 사용할 수 있다.
2. 중환 처치 구역으로 옮긴 후에는 적절한 안구 세척이 이루어 졌는지를 확인한다. 안되어 있으면 최소 15분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 생리 식염수로 세척해야 한다. 시력 (Visual acuity)을 테스트한다. 각막 손상 가능성을 고려하여 눈을 검사하고 적절히 치료한다. 각막 손상이 있는 경우는 즉각 안과 협진을 시행한다.

[가스형태 호흡기 노출 환자의 처치]

1. 벤젠 기체에 흡입 노출된 환자가 호흡곤란 증상이 있다면 마스크로 산소를 공급한다.
기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료한다. 그러나 에피네프린이나 이소프로테리놀 같은 교감신경흥분 제제들은 치명적인 부정맥을 촉진할 수 있으므로 사용을 피해야 한다.
2. 중증 환자는 심장 리듬을 지속적으로 모니터링해야 한다. 고농도의 벤젠에 노출되면 심근의 에피네프린에 대한 역치가 낮아져 심실 세동과 같은 생명을 위협하는 부정맥을 유발할 수 있다.

[음독 형태 노출 환자의 처치]

1. 음독 시에는 절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다.
 2. 비위관 삽관 및 위흡인 적응증
 - 1) 다량 음독 상황
 - 2) 환자의 상태가 응급실 내원 30분 이내 평가 되는 경우
 - 3) 환자가 구강 내 병변을 갖고 있거나 지속적인 식도부위 불편감을 호소
 - 4) 음독 후 1시간 이내에 위세척이 가능한 경우
- 비위관 삽관 및 위흡인
- ① 얇은 비위관을 삽관한다
 - ② 비위관을 통하여 위 내에 있는 액체형 화학 물질을 흡인한다.(이때 생리식염수 등을 넣어 세척하지 않는다)
 - ③ 활성탄 용액을 비위관을 통하여 투여하고, 제거한다.
 - ④ 추가 활성탄 투여가 필요한 경우에는 비위관을 남겨놓는다.
 - ⑤ 부식제 등 식도 및 위장의 손상으로 삽관시 천공위험이 있다면 금기가 된다
3. 위세척은 특정 상황에서 부식성 물질을 제거하고 내시경 검사를 준비하는 데 유용하다.
 4. 만약 환자가 의식이 명료하고 증상이 없으며 정상 구역반사를 보인다면 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 1g/kg용량(보통 성인 60~90g, 소아 25~50g)으로 투여한다. 탄산 음료와 빨대가 있으면 소아 환자들에게 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 제공할 때 도움이 될 수 있다.

5. 벤젠을 소량 섭취 했을 경우에는 위장관을 비우지 않고 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 구강 투여할 수 있다.
6. 위장관 손상의 정도를 평가하기 위해 내시경 검사를 고려한다.
7. 극심한 인후 부종은 기관 내 삽관 또는 cricothyroidotomy가 필요할 수도 있다.
8. 소아 환자는 많은 양의 부식성 물질을 섭취하지 않으며, 비위관 삽관으로 인한 천공의 위험 때문에 내시경으로 관찰하며 비위관을 삽관하지 않는다면, 위세척은 권장되지 않는다.
9. 벤젠에 대한 해독제는 없다. 혈액 투석과 hemoperfusion은 효과적이지 않다.
10. 독성 구토물이나 위 세척액은 플라스틱 용기에 밀봉하여 다른 밀폐된 공간에 격리시킨다.
11. 벤젠을 음독한 환자가 기침을 하거나 호흡곤란 소견을 보이면 흡인성 폐렴이 발생 가능성을 고려하여 대처한다.

3) 응급실 대응 리스트

I. 일반적 특성

동의어 : benzol, coal tar naphtha, phenyl hydride, and cyclohexatriene.

- 벤젠 증기에만 노출된 사람들은 다른 사람들에게 2차 오염의 실질적인 위험을 제공하지 않는다. 의류 또는 피부가 액체 벤젠으로 오염된 사람은 직접 접촉 또는 가스 배출 증기로 인해 2차 오염을 일으킬 수 있다.
- 벤젠은 매우 휘발성과 가연성이 있는 액체이다. 벤젠 증기는 공기보다 무거워 저지대에 축적될 수 있다. 벤젠은 달콤한 방향족 냄새로 일반적으로 급성 노출에 대한 위험한 농도를 냄새로 확인할 수 있다. 냄새가 급성 노출에 대한 적절한 경고가 될 수 있다.
- 벤젠은 흡입 및 섭취 후 신속하고 광범위하게 체내로 흡수된다. 온전한 피부를 통해서도 흡수되지만, 경피 흡수 또한 전체 신체 흡수에 기여할 수 있다.
- 실온에서 벤젠은 투명한 무색 투광, 노란색의 액체로 가연성과 휘발성이 높아 멀리 떨어진 점화원으로 퍼질 수 있다.
- 벤젠은 물에 약간 용해되지만 대부분의 유기 용제에 쉽게 용해된다. 벤젠은 물보다 밀도가 낮아 물 표면에 뜬다.

II. 노출 경로

1. 흡입 : 대부분의 노출이 흡입에 의해 발생하고 쉽게 폐로 흡수된다. 벤젠 냄새의 역치는 1.5~5ppm 가량으로 일반적으로 급성기 위험물 농도를 적절히 경고해 줄 수 있다. 벤젠 증기는 공기보다 무거워서 환기가 잘 안되거나 낮은 지역의 밀폐된 공간에서 질식을 유발할 수 있다. 소아는 체중에 비해 폐 표면적과 분당 호흡 용적이 더 커서 성인과 같은 농도의 벤젠 증기에 노출되어도 더 많은 농도를 흡수하게 된다. 게다가 짧은 신장과 지상에 가까울수록 벤젠 증기의 농도가 높으므로 같은 위치에 있어도 성인보다 높은 수준으로 노출된다.
2. 피부/안구 접촉 : 벤젠 증기는 눈에 통증과 각막손상을 유발할 수 있다. 액체 벤젠에 반복적 또는 장기간 피부 접촉은 피부에서 지방질을 제거하여 갈라지고 벗겨지는 피부손상을 유발할 수 있다. 직접 피부에 닿은 경우는 흡수가 느리지만 피부를 통한 흡수가 체내에 부담을 줄 수 있다. 소아는 체중에 비해 성인보다 상대적으로 더 큰 표면적을 갖기 때문에 피부를 통해 흡수되는 독성물질에 좀 더 취약하다.
3. 음독 : 음독으로 인해 급성 전신 독성이 나타날 수 있다. 섭취 후 구강 점막, 식도 및 위의 불타는 감각이 발생할 수 있다. 메스꺼움, 구토 및 복통은 경구 섭취로 인해 발생할 수도 있다.

III. 원료/용도

- 원유에서 주로 얻어지며 미국에서 17 번째로 많이 생산되는 화학 물질이다. 벤젠은 주로 스티렌, 페놀 및 시클로헥산과 같은 화학 물질을 합성하고 염료, 세제, 폭발물, 고무, 플라스틱 및 의약품을 제조하기 위한 원료로 주로 사용된다. 또한 담배 연기와 음용수의 미량, 일부 산업용제의 오염 물질, 자동차 연료의 구성성분, 특히 무연 가솔린 등에서 발견된다.

IV. Standards and Guidelines:

- OSHA PEL (permissible exposure limit) = 1ppm (8시간 근무 교대 가정 하에 평균 노출 허용 농도)
- OSHA STEL (short-term exposure limit) = 5 ppm
- KOSHA TWA (Time-Weighted Average) = 0.5ppm
- KOSHA STEL (short-term exposure limit) = 2.5 ppm
- NIOSH IDLH (immediately dangerous to life or health) = 500 ppm

V. 물리적 특성

- 기술 : 맑고 무색에서 밝은 황색의 액체
- 경고특성 : 1.5~5 ppm의 농도에서 달콤한 용매 냄새. 급성 노출에 대한 적절한 경고; 후각 피로가 발생할 수 있으므로 만성 노출에는 부적절하다.
- 분자량 : 78.1 달톤(Daltons)
- 끓는점(760 mm Hg)* : 80.1°C
- 어는점* : 5.5°C
- 비중* : 0.88(water = 1)
- 증기압* : 75 mmHg (20°C)
- 기체밀도 : 2.8 (공기 = 1)
- 수용성 : 약간의 수용성
- 인화성* : -11°C
- 인화범위 : 1.2% ~ 7.8% (concentration in air)

VII. 응급실 처치

[제염 단계]

1. 환자가 병원 내원 전 단계에서 단순히 벤젠 기체에 노출되었고, 제염 처치를 받았으며 피부나 눈의 자극 증상이 없다면 전문생명소생술(Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC(Airway, Breathing, Circulation)순서로 중환자 진료 구역에서 진료

를 진행한다.

2. 만약 제염 처치를 받지 않았거나, 벤젠 액체에 접촉이 의심되거나, 피부나 눈에 제염을 요하는 자극증상이 있는 모든 환자는 응급실 입실 전 제염 구역(Decontamination Zone)에서 먼저 제염을 시행한다.
3. 의료인은 소아 환자의 경우 보호구 착용으로 인해 공포를 조장하여 좀 더 처치하기가 힘들 수 있음을 인지하고 사전에 대처할 수 있는 계획을 갖고 있어야 한다.
4. 소아 환자들은 몸무게에 비해 상대적으로 더 커다란 체표면적 때문에 피부를 통해 흡수되는 독성 물질들에 더 취약하다. 또한 응급실 의료진은 소아들이 손을 입에 갖다 대는 빈도가 많다는 점을 근거로 소아들의 구강도 검사해야 한다.
5. 기도, 호흡, 혈액 순환을 평가하고 보조한다. 호흡 부전이 있는 경우에는 기관 삽관을 통해 기도와 호흡을 확보한다. 만약 불가능 하면 기관 절개나 운상 갑상 연골 절개와 같은 외과적인 방법으로 기도를 확보할 수 있도록 대비하여야 한다.
6. 기관지 경련이 있는 환자들은 연무화된 기관지 확장제로 치료한다. 그러나 에피네프린이나 이소프로테리놀과 같은 교감 신경 흥분제의 사용은 치명적인 부정맥을 촉발할 수 있어서 피해야 한다. 환자가 의식이 없거나, 저혈압이거나 경련이나 심실 부정맥을 보인다면 기존 ALS 프로토콜에 따라 ABC 순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행해야 한다.

※ 가능한 벤젠 노출 환자에서 sympathomimetics 사용을 피한다. 벤젠의 심근 감각 효과로 인해 에피네프린 투여를 피한다.

7. 기본 제염 시에는 환자가 스스로 움직일 수 있으면 자신들이 제염을 하도록 한다. 오염된 옷가지와 개인 소유물을 이중으로 봉투에 보관하고, 가능한 빨리 제거하는 것이 매우 중요하다.
8. 벤젠에 젖어 있는 환자의 옷은 신속히 제거하되 증기 형태의 분무 오염 가능성 등의 2차 오염에 주의 한다. 벤젠 액체에 오염된 피부와 머리는 물 2~5분 가량 (가능하면 샤워기 세척으로) 충분히 세척하고 비누로 2번째 세척한다. 물로 철저히 씻는다. (어린이나 노인의 경우 차가운 물로 오염물질 제거 시 저체온 증을 예방하기 위해 적절히 담요나 워머를 사용한다)
9. 눈 부위 노출 혹은 자극 증상이 있을 때, 최소 15분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 물로 씻어내야 한다. (눈에 2차 손상을 줄 수 있는 콘택트렌즈 등은 제거한다. 만약 부식성 물질이 의심되거나

나, 통증이나 손상이 명확하다면 환자를 중환 처치 구역으로 이송하는 동안에도 계속 안구를 세척한다.

10. 음독시에는 절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다. 만약 환자가 의식이 명료하고 증상이 없으며 정상 구역반사를 보인다면 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 1g/kg 용량(보통 성인 60~90g, 소아 25~50g)으로 투여한다. 탄산 음료와 빨대가 있으면 소아 환자들에게 활성탄 현탁액(activated charcoal) 제공할 때 도움이 될 수 있다. (환자가 토한 오염물은 직접 접촉 위험이나 벤젠 기체가 생성될 위험 등의 간접 접촉 위험이 있어 의료진이나 주변인들이 접촉 시 2차적인 중독을 유발할 수 있으므로 밀폐된 공간에 고립 저장해야 한다.)
11. 제염 시에도 빠른 처치가 이루어지는 것이 중요하다. 환자의 생체 활력징후가 불안정하거나 의식이 없다면 ALS 프로토콜대로 진행함으로 제염을 대체한다.

[중환 구역 처치 단계]

1. 충분히 오염제거가 되었음을 확인한 후에는 기존의 A, B, C의 평가와 조치를 한다. 중증으로 판단되는 환자 중 중환자 구역 처치 전 단계에서 정맥로 확보가 안되었던 환자에게는 정맥로를 확보한다. 지속적으로 심장 기능 모니터링을 한다. 보존적인 치료와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다.
2. 혼수, 쇼크, 저혈압, 발작, 심장 부정맥 등의 증상은 기존의 ALS 프로토콜대로 대응한다.
3. 흡입 노출
벤젠 기체에 흡입 노출된 환자가 호흡곤란 증상이 있다면 마스크로 산소를 공급한다. 기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료한다. 그러나 에피네프린이나 이소프로테리놀 같은 교감신경흥분 제제들은 치명적인 부정맥을 촉진할 수 있으므로 사용을 피해야 한다.
4. 피부 노출
벤젠 액체에 피부가 장기적으로 노출된 경우는 화학화상이 발생할 수 있다. 이 경우에는 열에 의한 화상에 준해 치료한다. 소아 환자들은 몸무게에 비해 상대적으로 더 커다란 체표면적 때문에 피부를 통해 흡수 되는 독성 물질들에 더 취약하다. 또한 응급실 의료진은 소아들이 손을 입에 갖다 대는 빈도가 많다는 점을 근거로 소아들의 구강도 검사해야 한다.
5. 눈 노출
적절한 안구 세척이 이루어졌는지를 확인한다. 적어도 15분 이상 혹은 통증이 완화될

때까지 많은 양의 미지근한 생리 식염수로 씻어내야 한다. 시력(Visual acuity)을 테스트한다. 각막 손상 가능성을 고려하여 눈을 검사하고 적절히 치료한다. 각막 손상이 있는 경우는 즉각 안과 협진을 시행한다.

6. 음독 노출

- 음독시 벤젠이 위장을 자극하여 메스꺼움, 구토, 설사를 일으킬 수 있다. 15mL 또는 50mg/kg 의 양으로도 사망에 이르게 할 수 있지만, 예측 치사량은 100mL (약 1g/kg, 75kg 남성의 경우)이다.
- 절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다.
- 위 세척은 독성 물질을 제거하고 내시경 검사를 준비하기 위한 특정한 상황에 유용하다. 보지 않고 비위관을 넣는 경우는 화학적으로 손상받은 식도나 위를 더 손상시킬 수 있기 때문에 주의를 요한다. 소아 환자는 많은 양의 부식성 물질을 섭취하지 않으며, 비위관 삽관으로 인한 천공의 위험 때문에 내시경으로 관찰하며 비위관을 삽관하지 않았다면, 위 세척은 권장되지 않는다.

[비위관 삽관 및 위흡인]

- (1) 다량 음독 상황
 - (2) 환자의 상태가 응급실 내원 30분 이내 평가 되는 경우
 - (3) 환자가 구강내 병변을 갖고 있거나 지속적인 식도부위 불편감을 호소
 - (4) 음독 후 1시간 이내에 위 세척이 가능한 경우
- 만약 환자가 의식이 명료하고 증상이 없으며 정상 구역반사를 보인다면 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 1g/kg용량(보통 성인은 60~90 g, 소아는 25~50 g)으로 투여한다.
 - 탄산 음료와 빨대가 있으면 소아 환자들에게 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 제공할 때 도움이 될 수 있다.
 - 벤젠을 소량 섭취했을 경우에는 위장관을 비우지 않고 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 구강 투여할 수 있다.

독성구토물이나 독성물질이 포함된 위세척액에 추가노출이 발생하지 않도록 주의할 필요는 있습니다. 벤젠을 음독한 환자가 기침을 하거나 호흡곤란 소견을 보이면 흡인성 폐렴이 발생할 수도 있다. 음독 6시간 이내에 흡인성 폐렴의 임상 징후를 보이지 않은 환자들은 좀처럼 흡인성 화학 폐렴으로 진행하지 않는 경향을 보인다.

- 비위관 삽관 및 위흡인
 - ① 얇은 비위관을 삽관한다.
 - ② 비위관을 통하여 위 내에 있는 액체형 화학 물질을 흡인한다.(이때 생리식염수 등을 넣

어 세척하지 않는다)

- ③ 활성탄 용액을 비위관을 통하여 투여하고, 제거한다.
- ④ 추가 활성탄 투여가 필요한 경우에는 비위관을 남겨놓는다.
- ⑤ 부식제 등 식도 및 위장의 손상으로 삼관시 천공위험이 있다면 금기가 된다.

7. 해독제와 다른 치료법들

벤젠에 대한 해독제는 없다. 혈액 투석과 hemoperfusion은 효과적이지 않다.

8. 혈액 및 소변 검사

- 모든 노출 환자들을 대상으로 CBC, peripheral blood smear, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링을 시행한다. 심각한 흡입 노출이나 폐 흡인이 예상되면 chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사를 시행한다.
- 벤젠 또는 페놀의 혈중 농도는 임상 적으로 유용하지는 않지만 노출을 기록하는 데 사용될 수 있다. OSHA에서는 벤젠에 노출된 모든 근로자에게 응급 상황에서도 요중 페놀 검사를 실시하도록 요구하고 있다. 그러나 벤조산 염 방부제, 특정 약물 (예 : Pepto-Bismol and Chloraseptic) 섭취, 흡연과 같은 높은 요중 페놀 농도에 영향을 줄 수 있는 다른 요인을 평가해야 한다. 벤젠의 다른 비뇨기계 대사산물인 S-phenyl-N-acetyl cysteine 과 muconic acid도 노출을 평가하는데 사용할 수 있다. 벤젠에 대한 ACGIH의 생물학적 노출지표는 25 µg S-phenyl-N-acetyl cysteine (PhAC)/g creatinine이고, muconic acid 또한 벤젠의 민감한 생물학적 노출지표이다.
- 요중 페놀 농도가 75mg/L 이상인 급성 노출환자는 벤젠에 상당히 노출이 되었음을 의미한다. 이들 환자는 벤젠의 조혈기계 영향 (혈소판 감소증, 재생 불량성 빈혈, 범혈구 감소증 및 급성 골수백혈병)에 대해 모니터링 해야 한다.

[응급실 진료 이후 환자 배치 및 추적 검사]

1. 심각한 수준으로 흡입 혹은 음독 노출되어 CNS 억제나 호흡곤란의 증상을 보이는 환자들은 입원시킨다.
2. 지연 효과
입원시킨 환자들에서 급성 신세뇨관 괴사, 뇌병증, 부정맥들이 나타날 수 있으므로 잘 관찰해야 한다. 흡입 노출 환자들에서는 폐부종의 증상과 음독 환자들에서는 72시간 내에 발생할 수 있는 흡인성 폐렴의 증상이 있는지 주의하며 관찰해야 한다.
3. 환자 퇴원
노출 후 6~12시간 이상 무증상인 환자들의 경우는 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대

비한 안내 지침서를 받아가지고 퇴원할 수 있다(벤젠 - 환자 후속조치 참조).

4. 추적 검사

환자의 일차 진료진에게 환자의 응급실 방문기록에 관한 정보를 보낼 수 있도록 일차 진료진의 이름을 확보한다. 각막 손상이 있었던 환자는 24시간 이내에 재진료를 받아야 한다.

- 실신 또는 정신 혼돈과 같은 임상증상이 있었던 환자와 요당 페놀 농도가 75mg/L 이상인 급성 노출환자는 벤젠에 상당히 노출이 되었음을 의미한다. 이들 환자는 벤젠의 조혈기계 영향 (혈소판 감소증, 재생 불량성 빈혈, 범혈구 감소증 및 급성 골수백혈병)에 대해 모니터링 해야 한다.
- 잠재적인 골수영향 (혈소판 감소증, 재생 불량성 빈혈, 범혈구 감소증 및 급성 골수백혈병)을 모니터링 하기 위해서 정기적인 CBC (최소 3개월에 한번) 검사를 받도록 한다.

5. 보고

작업 관련하여 사고가 발생 시 보고할 파일을 만들어 관할 노동부에 연락하여야 한다. (응급실에 내원하지 않았을 지라도 다른 환자가 현장에 있을 수 있으며 사고가 작업장에서 발생했다며 추후 회사 관계자와 토의함으로써 추후 발생 가능한 사고를 예방할 수 있다.)

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 벤젠에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 벤젠이란 무엇입니까?

벤젠은 깨끗한 무색의 액체로 순수한 형태라면 달콤한 냄새가 나며, 원유로부터 얻어지고, 쉽게 불이 붙습니다. 벤젠은 주로 스티렌, 페놀 및 시클로헥산과 같은 화학물질을 합성하고 염료, 세제, 폭발물, 고무, 플라스틱 및 의약품을 제조하기 위한 원료로 주로 사용됩니다. 담배 연기, 도료, 접착제, 살충제 및 휘발유와 같은 제품에도 소량이지만 존재합니다.

2. 벤젠 노출에 의해 즉시 발생할 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

소량의 벤젠 증기를 흡입하면 두통, 현기증, 졸음, 메스꺼움을 유발할 수 있습니다. 보다 심각한 벤젠 노출은 졸음, 넘어짐, 불규칙한 심장 박동, 실신 또는 심지어 사망을 유발할 수 있습니다. 벤젠 증기는 피부, 눈, 폐에 중등도의 자극 증상을 유발할 수 있습니다. 액체 벤젠이 피부 또는 눈에 접촉되면 화상에 의한 통증을 유발할 수 있으며, 눈에 튀어 눈을 손상시킬 수 있고, 증상의 정도는 노출량에 따라 다릅니다. 벤젠은 유전자에 부정적인 영향을 줄 수 있고, 태반을 통과할 수 있기 때문에 임신부의 노출에는 특별한 주의가 필요합니다. 따라서 급성 노출 임신부에게는 반드시 의료 상담이 권장됩니다.

3. 벤젠 중독은 치료 될 수 있습니까?

벤젠에 대한 특별한 해독제는 없습니다. 그러나 증상이 발생한 경우 치료할 수 있으며 노출된 대부분의 사람들이 완전히 회복됩니다. 벤젠에 심각한 노출이 발생한 경우 입원 치료가 필요할 수 있습니다.

4. 향후 건강에 영향이 발생할 수 있습니까?

단일 소량 노출에 의해 발생한 증상이 빠르게 회복된 사람들은 증상이 지연되어 발생하거나 장기간 인체에 영향을 일으킬 가능성은 거의 없습니다. 심한 노출 후에 증상이 며칠 지연되어 발생할 수도 있습니다. 벤젠에 반복적으로 노출되면 혈액 질환(재생 불량성 빈혈 및 범혈구 감소증) 및 혈액생성 세포의 암(백혈병)을 유발할 수도 있습니다. 오랫동안 벤젠에 반복적으로 노출된 일부 근로자에서 재생 불량성 빈혈 및 백혈병이 발생되었던 연구보고가 있습니다.

5. 벤젠에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

혈액에서 벤젠을 측정하는 검사는 일반적으로 의사에게 유용하지 않습니다. 페놀, 뮤콘산 또는 S-phenyl-N-acetyl cysteine (PhAC)은 벤젠 노출을 증명하기 위해 소변에서 측정할 수 있습니다. 다른 검사들은 심장, 신장, 혈액 또는 신경계 장기의 손상 여부를 아는데 도움이 될 수 있습니다. 그러나 노출된 모든 경우에 검사가 필요한 것은 아닙니다.

6. 벤젠에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건 센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발생하는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우 :

- ▶ 눈과 피부의 자극증상
- ▶ 기관지 자극증상, 기침, 쉼 목소리, 가슴 압박감, 호흡곤란
- ▶ 졸림, 현기증, 두통, 경련
- ▶ 불규칙한 심장박동

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____

☞ 의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (_____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약

(_____) 응급실 / 클리닉, (____)월/(____)일, AM/PM (_____)

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] (____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안 됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안 됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 : _____

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. : _____

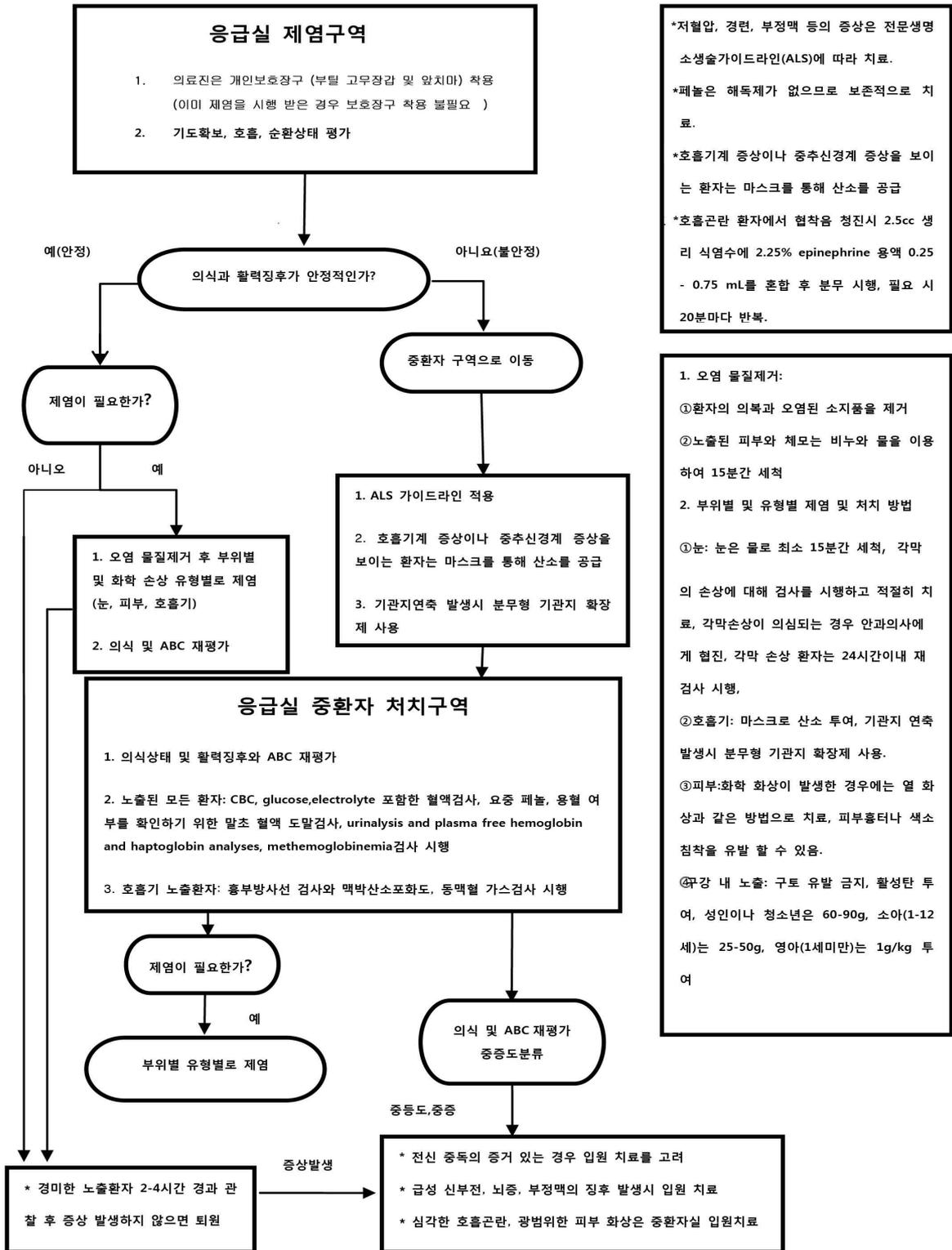
다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____

3. 폐놀

1) 알고리즘



2) 응급실 처치 매뉴얼

[페놀 중독 환자의 치료 및 배치 원칙]

1. 의료진 피부 보호 : 페놀 액체와 증기는 피부를 통해 빠르게 흡수 될 수 있는 심한 자극 물질이며, 전신 독성에 기여할 수 있기 때문에 화학 보호구 (부틸 고무장갑 및 앞치마) 를 착용할 것을 권장한다. 액체 페놀과 접촉하면 심한 화상을 입을 수 있다.
 - ※ 페놀 증기에만 노출된 환자는 2차 오염의 실질적인 위험은 없다. 그러나 의류나 피부가 액체 페놀로 오염된 환자를 직접 접촉하거나, 심하게 흠뻑 젖은 옷에서 나오는 페놀 증기를 통해 의료진이 이차적 피해를 입을 수 있다.
2. 호흡기 보호 : 잠재적으로 위험한 수준의 페놀 증기에 노출될 수 있는 상황에서는 양압 self-contained breathing apparatus (SCBA)를 사용하는 것이 권고된다.
3. 페놀 노출 환자는 신속한 피부 오염 제거가 중요하다. 신속한 오염 제거가 생존 확률에 크게 영향을 줄 수 있다. 스스로 움직일 수 있는 환자는 자신이 제염을 하도록 한다. 제염 후, 환자가 의식이 없거나, 저혈압이거나 경련이나 심장 부정맥을 보인다면 기존 전문생명소생술 (Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC (Airway, Breathing, Circulation) 순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
4. 페놀에 다량 노출이 의심되거나 환자가 혼수 상태, 저혈압 또는 발작, 심실성 부정맥이 있는 경우, 정맥 내 NS 또는 Lactated Ringer's 액을 주입한다. 성인의 경우, 혈압이 80mmHg 미만인 경우 1,000mL/hr 정맥 내 NS 또는 Lactated Ringer's 액을 bolus 로 투여한다. ; 수축기 혈압이 90mmHg 이상이면 주입 속도는 150~200 mL/hr 이면 충분하다. 어린이의 경우 NS 20 mL/kg을 10~20분간 투여한 다음 2~3 mL/kg/hr 으 로 주입한다.
5. 페놀에 대한 해독제는 없다. 호흡기와 심혈관계 증상의 보존적 치료와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다. CBC, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링 을 시행한다.
 - 용혈 여부를 결정하기 위한 검사로 peripheral blood smear, urinalysis plasma free hemoglobin haptoglobin analyses를 시행한다.
 - 심각한 흡입 노출이나 폐 흡인이 예상되면 chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사를 시행한다.
6. 요 중 페놀 검사는 임상적으로 유용하지는 않지만, 노출을 기록하는 데 사용될 수 있다. 81.5mg/L 이상의 요 중 페놀 수치 또는 250mg/g 이상의 크레아티닌 수치는 페놀의

과다 노출을 의미한다.

7. 심각한 수준으로 흡입 혹은 음독 노출되어 전신 독성의 증상 (중추신경 자극 증상, 혼수 및 발작, 메스꺼움, 구토, 설사, 메트헤모글로빈 혈증, 용혈성 빈혈, 다량 발한, 저혈압, 부정맥, 폐부종 및 빈맥 등)을 보이는 환자들은 입원시킨다.
8. 입원 환자에서 급성 신부전, 중추신경증상, 부정맥의 징후가 있는지 관찰한다.
9. 흡입으로 노출된 환자는 지연되어 나타나는 폐부종이나 중추 신경계 영향의 징후를 관찰해야 하고, 정기적으로 18~24 시간 동안 재검사해야 한다.
10. 유의한 폐놀 중독 증상이 있었던 환자는 장기간의 중추신경계 영향, 말초 신경병증, 위 장관 및 심장, 신장 손상을 모니터링 해야 한다.
11. 피부 또는 안구 화상을 입은 환자는 24시간 이내에 재검사를 받아야 한다.
12. 경미한 노출 후 2~4시간 이상 무증상인 환자들의 경우는 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대비한 안내 지침서를 받아가지고 퇴원한다(폐놀 - 환자 후속지침 참조).

[폐놀 중독 시 시행 할 검사]

CBC c diff, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링, chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사, 요중 폐놀 (81.5 mg/L 이상의 요중 폐놀 수치 또는 250mg/g 이상의 크레아티닌 수치는 폐놀의 과다노출 의미), 용혈 여부를 확인하기 위한 말초 혈액 도말검사, urinalysis plasma free hemoglobin haptoglobin analyses, methemoglobinemia 검사

[화상 시 처치]

1. 액체 폐놀이 피부에 닿으면 화학적 화상을 입을 수 있고, 빠르게 흡수되어 전신 독성에 기여할 수 있다.
 - 피부가 폐놀로 오염된 환자를 치료하는 동안 의료진은 보호복과 장갑(부틸 고무장갑 및 앞치마)을 착용해야 한다.
 - 고압 샤워로 씻은 후(물의 양이 적으면 단순히 폐놀을 희석하고 노출 면적을 넓힐 수 있다) 에는 피부를 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻어낸다. 오염 제거는 폐놀 흡수를 최

소화하기 위해 가능한 한 빨리 시작한다. 오염된 의복과 개인 소지품을 2중으로 가방에 담아 격리한다. 노출된 폐놀을 50%로 희석할 수 있는 low-molecular-weight polyethylene glycol (PEG 300 또는 PEG 400)을 사용해 반복적으로 닦는다. 폐놀 냄새가 없어질 때까지 계속해서 치료한다. PEG가 없으면 대신 글리세린 용액을 사용할 수 있다. PEG, 글리세린 용액 중 어느 것도 이용할 수 없다면 고압 샤워로 씻은 후 피부를 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻어낸다.

2. 환자의 제염이 확인되면 환자를 처치 구역으로 옮겨 온열 화상에 준해 치료한다.
 폐놀에 피부에 남아 있으면 빠르게 침투하여 세포 사멸과 괴사를 일으킨다. 폐놀에 의해 침전된 단백질이 흰색으로 덮여 나오고, 표면이 약간 갈색의 얼룩진 상태나 빨갱게 변하게 된다.
 ⇒ 다른 물질보다 피부 침투가 용이하고, 부식 작용이 강하기 때문에 일반적인 피부 화상보다 손상이 심할 수 있음을 경고한다.
 ⇒ 소아는 체표면적이 몸무게에 비해 상대적으로 크기 때문에 피부를 통한 폐놀의 흡수에 더 취약하다.
 ⇒ 또한 소아는 손을 입에 대는 행동을 잦은 빈도로 하기 때문에 소아의 입을 검사해야 한다.

[눈 노출 환자의 처치]

1. 제염 단계에서 눈 부위 노출 혹은 자극 증상이 있을 때, 적어도 15분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 많은 양의 미지근한 생리 식염수로 씻어내야 한다.
 (눈에 2차 손상을 줄 수 있는 콘택트렌즈 등은 제거한다. 만약 부식성 물질이 의심되거나 통증이나 손상이 명확하다면 환자를 중환 처치 구역으로 이송하는 동안에도 계속 안구를 세척한다. 안통 및 안검 경련 발생시 증상완화를 위해 안과용 마취제 <예, 0.5 % tetracaine 또는 proparacaine> 등을 사용할 수 있다.)
2. 중환 처치 구역으로 옮긴 후에는 적절한 안구 세척이 이루어 졌는지를 확인한다. 안되어 있으면 최소 15분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 생리 식염수로 세척해야 한다. 시력 (Visual acuity)을 테스트한다. 각막 손상 가능성을 고려하여 눈을 검사하고 적절히 치료한다. 각막 손상이 있는 경우는 즉각 안과 협진을 시행한다.

[호흡기 노출 환자 처치]

1. 폐놀 기체에 흡입 노출된 환자가 호흡곤란 증상이 있다면 마스크로 산소를 공급한다.
 - 가벼운 노출은 상부 호흡 곤란을 유발할 수 있다. 더 심각한 노출은 목구멍의 부종, 기관

지의 염증, 기관지 궤양 및 폐수종 등이 발생할 수 있다.

2. 기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료한다. 어떤 종류의 기관지 확장제를 투여할지 선택하기 전에 심근의 상태를 고려한다. 일반적으로 교감신경 자극 기관지확장제를 사용하나 심장 감작제를 사용하는 것이 고령의 심장질환자의 경우 부정맥을 유발할 수 있으므로 선택에 주의하여야 한다.

⇒ 소아의 경우 천명음이 들릴 경우 에피네프린 에어로졸을 처치한다.(2.5cc 증류수에 2.25% 라세믹 에피네프린용액 0.25~0.75ml을 혼합하여 20분 간격으로 처치한다.).

3. 중증 환자는 심장 리듬을 지속적으로 모니터링 해야 한다. 고농도의 폐놀에 노출되면 초기 혈압 상승을 일으키고 점차 심한 저혈압과 쇼크를 유발할 수 있다. 폐놀에 대한 피부 노출 후에도 심장 부정맥과 서맥이 보고되고 있다.

[음독 환자 처치]

1. 음독 시에는 절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다.

2. 비위관 삽관 및 위흡인 적응증

1) 다량 음독 상황

2) 환자의 상태가 응급실 내원 30분 이내 평가 되는 경우

3) 환자가 구강 내 병변을 갖고 있거나 지속적인 식도부위 불편감을 호소

4) 음독 후 1시간 이내에 위세척이 가능한 경우

- 비위관 삽관 및 위흡인

① 얇은 비위관을 삽관한다

② 비위관을 통하여 위 내에 있는 액체형 화학 물질을 흡인한다.(이때 생리식염수 등을 넣어 세척하지 않는다)

③ 활성탄 용액을 비위관을 통하여 투여하고, 제거한다.

④ 추가 활성탄 투여가 필요한 경우에는 비위관을 남겨놓는다.

⑤ 부식제 등 식도 및 위장의 손상으로 삽관시 천공위험이 있다면 금기가 된다

3. 위세척은 특정 상황에서 부식성 물질을 제거하고 내시경 검사를 준비하는 데 유용하다.

4. 만약 환자가 의식이 명료하고 증상이 없으며 정상 구역반사를 보인다면 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 1g/kg용량(보통 성인 60~90g, 소아 25~50g)으로 투여한다. 탄산 음료와 빨대가 있으면 소아 환자들에게 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 제공

할 때 도움이 될 수 있다.

5. 의식이 있고 삼킬 수 있는 환자에게는 120~240ml의 우유, 달걀 흰자 또는 젤라틴 용액을 준다.
6. 극심한 인후 부종은 기관 내 삽관 또는 cricothyroidotomy가 필요할 수도 있다.
7. 소아 환자는 많은 양의 부식성 물질을 섭취하지 않으며, 비위관 삽관으로 인한 천공의 위험 때문에 내시경으로 관찰하며 비위관을 삽관하지 않았다면, 위세척은 권장되지 않는다.
8. 페놀에 대한 해독제는 없다. 숯을 이용한 charcoal hemoperfusion은 혈액에서 유리된 페놀을 제거할 수는 있고, exchange transfusion은 페놀 중독의 치료에 제안되어 왔지만 임상적 가치는 증명되지 않았다.
9. 환자는 methemoglobinemia을 검사해야 한다. 증상이 있는 환자는 1~2mg/kg의 1% methylene blue를 정맥 내로 서서히 투여하여 치료해야 한다. 추가 용량이 필요할 수 있다.
10. 독성 구토물이나 위 세척액은 2중으로 밀봉하여 다른 밀폐된 공간에 격리시킨다.

3) 응급실 대응 리스트

I. 일반적 특성

동의어 : carbolic acid, hydroxybenzene, monohydroxybenzene, benzenol, monophenol, phenyl hydroxide, phenyl alcohol, phenic acid, phenylic acid, and phenylic alcohol.

- 페놀 증기에만 노출된 사람들은 다른 사람들에게 2차 오염의 실질적인 위험은 크지 않다. 의류 또는 피부가 액체 페놀로 오염된 사람은 직접 접촉 또는 가스 배출 증기로 인해 2차 오염을 일으킬 수 있다.
- Phenol은 가연성, 부식성이 강한 화학 물질로 달콤하고 자극적인 냄새가 난다. 페놀 증기는 공기보다 무거워 저지대에 축적될 수 있다. 페놀은 자극적인 냄새로 급성 노출에 대한 위험한 농도를 확인할 수 있다. 냄새가 급성 노출에 대한 적절한 경고가 될 수 있다.
- 페놀은 모든 노출 경로에 신속하고 광범위하게 체내로 흡수되고, 어떤 경로로도 노출되면 전신 효과가 발생할 수 있다.
- 실온에서 페놀은 반투명, 무색의 결정질 덩어리, 백색분말 또는 진한 시럽같은 액체이다.
- 페놀결정은 흡습성이 있으며 공중에서 핑크색으로 변한다. 순수한 페놀은 달콤한 타르(tar)와 같은 냄새가 나며, 저농도(공기 중 0.05ppm)에서도 쉽게 검출된다. 페놀은 알코올, 글리세롤, 석유에서 잘 용해된다. 페놀은 화재 위험이 적고 반응성이 낮기 때문에 특별한 용기가 필요하지 않다.

II. 노출의 경로

1. 흡입 : 페놀은 폐에서 빠르게 흡수된다. 그러나 휘발성이 낮기 때문에 흡입 위험이 제한적이다. 페놀 냄새의 역치는 0.05ppm 가량으로 일반적으로 급성기 위험물 농도를 적절히 경고해 줄 수 있다. 페놀 증기는 공기보다 무거워서 환기가 잘 안되거나 낮은 지역의 밀폐된 공간에서 질식을 유발할 수 있다. 소아는 체중에 비해 폐 표면적과 분당 호흡 용적이 더 커서 성인과 같은 농도의 페놀 증기에 노출되어도 더 많은 농도를 흡수하게 된다. 게다가 짧은 신장과 지상에 가까울수록 페놀 증기의 농도가 높으므로 같은 위치에 있어도 성인보다 높은 수준으로 노출된다.
2. 피부/안구 접촉 : 페놀 증기는 눈에 통증과 각막손상을 유발할 수 있다. 페놀의 급성 독성 영향은 피부 접촉에 의해 가장 흔하게 발생한다. 접촉이 길어지면 희석된 용액 (1~2%)에서도 심각한 화상을 입을 수 있다. 페놀 증기 및 액체의 피부흡수 효율은 흡입에 의한 흡수 효율과 거의 유사하다. 한 사례에서는 페놀의 피부 접촉 후 30분 이내에 사망했다. 소아는 체중에 비해 성인보다 상대적으로 더 큰 표면적을 갖기 때문에 피부를 통해 흡수되는 독성물질에 좀 더 취약하다.

3. 음독 : 음독으로 인해 급성 전신 독성이 나타날 수 있다. 섭취 후 입, 목, 식도 및 위장에 심각한 부식성 손상을 일으킬 수 있으며, 출혈, 천공, 흉터 형성 또는 협착이 잠재적 후유증으로 나타날 수 있다. 급성 신부전, 혈액 및 조혈기관의 손상으로 혈액학적 변화(예 : 용혈, 메트헤모글로빈 혈증, 골수억제 및 빈혈) 등이 나타날 수 있다. 50~500mg 정도의 소량에도 신생아에게는 치명적이다. 성인은 1~32g의 섭취 후에 사망할 수 있다.

III. 원료/용도

- 페놀은 콜타르의 분별 증류 및 유기 합성에 의해 얻어진다. 지금까지 페놀 수지 및 플라스틱 제조 분야에서 가장 많이 사용되었다. 기타 용도로는 폭약, 비료, 도료, 고무, 섬유, 접착제, 약품, 종이, 비누, 목재 방부제 및 사진 현상제 생산에 사용된다. 페놀을 소석회 및 기타 시약과 혼합하면 변기, 마굿간, 옥조, 바닥 및 하수구의 효과적인 소독제이다. 페놀은 한때 중요한 살균제였으며 주사제의 방부제로 사용되었다. 또한 항균제, 소독제, 국소 마취제, 화학 피부 박피기 (chemexfoliant)로 사용된다. 국소 피부질환 (Castellani의 페인트, PRID 연고, CamphoPhenique 로션) 치료제, 국소 제제 (Sting-Eze), 구강 스프레이 등을 포함한 많은 제품에서 저농도로 발견될 수 있다.

IV. Standards and Guidelines:

- OSHA PEL (permissible exposure limit) = 5ppm (8시간 근무 교대 가정하에 평균 노출 허용 농도)
- OSHA STEL (short-term exposure limit) = 50 ppm
- NIOSH IDLH (immediately dangerous to life or health) = 250 ppm

V. 물리적 특성

- 기술 : 무색 내지 분홍색의 결정질 덩어리 또는 백색 분말
- 경고특성 : 0.05 ppm 이상의 농도에서 달콤한 용매 냄새.
- 분자량 : 94.1 달톤(Daltons)
- 끓는점(760 mmHg) : 182°C
- 어는점 : 43도°C
- 비중 : 1.06 (water = 1)
- 증기압 : 0.36 mmHg (20°C)
- 기체밀도 : 3.24 (공기 = 1)
- 수용성 : 약간의 수용성
- 인화성 : 79°C
- 인화범위 : 1.7% ~ 8.6% (concentration in air)

VII. 응급실 처치

[제염 단계]

1. 피부가 페놀로 오염된 환자를 치료하는 동안 의료진은 보호복과 장갑(부틸 고무장갑 및 앞치마)을 착용하여 의료진을 보호한다. 페놀은 대부분의 고무 및 섬유 또는 크림을 쉽게 통과하지만 부틸 고무는 피부보호 효과가 뛰어나다. 페놀에 심하게 흠뻑 적힌 의복이나 페놀을 섭취한 희생자의 토사물에 직접 접촉하거나 방출된 증기에 2차적으로 오염될 수 있다.
2. 환자의 오염 제거는 페놀 흡수를 최소화하기 위해 가능한 빨리 시작되어야 한다. 신속한 오염 제거는 환자의 생존 확률에 크게 영향을 줄 수 있어 매우 중요하다. 신속히 오염된 의복을 벗기고 피부를 완전히 씻어낸다. 의식이 있는 환자는 자신의 오염 제거를 도울 수 있다. 오염된 의복과 개인 소지품을 2중으로 가방에 담아 격리시킨다. 오염원이 제거된 후에는 2차 오염 위험은 없어진다.
3. 고압 샤워로 씻은 후(물의 양이 적으면 단순히 페놀을 희석하고 노출 면적을 넓힐 수 있다)에는 피부를 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻어낸다. 오염 제거는 페놀 흡수를 최소화하기 위해 가능한 한 빨리 시작한다. 오염된 의복과 개인 소지품을 2중으로 가방에 담아 격리한다.
 - 노출된 페놀을 50%로 희석할 수 있는 low-molecular-weight polyethylene glycol (PEG 300 또는 PEG 400)을 사용해 반복적으로 닦는다. 페놀 냄새가 없어질 때까지 계속해서 치료한다.
 - PEG가 없으면 대신 글리세린 용액을 사용할 수 있다. PEG, 글리세린 용액 중 어느 것도 이용할 수 없다면 고압 샤워로 씻은 후 피부를 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻어낸다.
 - 어린이 또는 노인을 오염 제거 할 때 저체온증에 주의한다.
4. 의료인은 소아 환자의 경우 보호구 착용으로 인해 공포를 조장하여 처치하기가 좀 더 힘들 수 있음을 인지하고 사전에 대처할 수 있는 계획을 갖고 있어야 한다.
5. 소아 환자들은 몸무게에 비해 상대적으로 더 커다란 체표면적 때문에 피부를 통해 흡수되는 독성 물질들에 더 취약하다. 또한 응급실 의료진은 소아들이 손을 입에 갖다 대는 빈도가 높다는 점을 근거로 소아들의 구강도 검사해야 한다.
6. 기도, 호흡, 혈액 순환을 평가하고 보조한다. 호흡 부전이 있는 경우에는 기관 삽관을 통해 기도와 호흡을 확보한다. 만약 불가능 하면 기관 절개나 윤상 갑상 연골 절개와 같은 외과적인 방법으로 기도를 확보할 수 있도록 준비하여야 한다.

7. 기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료한다. 어떤 종류의 기관지 확장제를 투여할지 선택하기 전에 심근의 상태를 고려한다. 일반적으로 교감신경 자극 기관지 확장제를 사용하나 심장 감작제를 사용하는 것이 고령의 심장질환자의 경우 부정맥을 유발할 수 있으므로 선택에 주의하여야 한다.
⇒ 소아의 경우 천명음이 들릴 경우 에피네프린 에어로졸을 처치한다.(2.5cc 증류수에 2.25% 라세믹 에피네프린용액 0.25~0.75ml을 혼합하여 20분 간격으로 처치한다.)
8. 중증 환자는 심장 리듬을 지속적으로 모니터링 해야 한다. 고농도 폐놀에 노출되면 초기 혈압 상승을 일으키고 점차 심한 저혈압과 쇼크를 유발할 수 있다. 폐놀에 대한 피부 노출 후에도 심장 부정맥과 서맥이 보고되고 있다.
9. 눈 부위 노출 혹은 자극 증상이 있을 때, 최소 15분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 담수로 씻어내야 한다.
(눈에 2차 손상을 줄 수 있으므로 콘택트렌즈 등은 제거한다. 만약 부식성 물질이 의심되거나 통증이나 손상이 명확하다면 환자를 중환 처치 구역으로 이송하는 동안에도 계속 안구를 세척한다.)
10. 음독 시에는 절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다. 만약 환자가 의식이 명료하고 증상이 없으며 정상 구역반사를 보인다면 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 1g/kg 용량(보통 성인 60~90g, 소아 25~50g)으로 투여한다. 탄산 음료와 빨대가 있으면 소아 환자들에게 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 제공할 때 도움이 될 수 있다.
11. 의식이 있고 삼킬 수 있는 환자에게는 120~240ml의 우유, 달걀 흰자 또는 젤라틴 용액을 준다.
(환자가 토한 오염물은 직접 접촉 위험이나 폐놀 기체가 생성될 위험 등의 간접 접촉 위험이 있어 의료진이나 주변인들이 접촉 시 2차적인 중독을 유발할 수 있으므로 밀폐된 공간에 고립 저장해야 한다.)
12. 소아 환자는 많은 양의 부식성 물질을 섭취하지 않으며, 비위관 삽관으로 인한 천공의 위험 때문에 내시경으로 관찰하며 비위관을 삽관하지 않았다면, 위세척은 권장되지 않는다.
13. 폐놀에 대한 해독제는 없다. 숯을 이용한 활성탄 혈액관류(charcoal hemoperfusion)은 혈액에서 유리된 폐놀을 제거 할 수는 있고, 교환수혈(exchange transfusion)은 폐

놀 중독의 치료에 제안되어 왔지만 임상적 가치는 증명되지 않았다.

14. 환자는 메트헤모글로빈 혈증(methemoglobinemia)을 검사해야 한다. 증상이 있는 환자는 1~2mg/kg의 1 % methylene blue를 정맥 내로 서서히 투여하여 치료해야 한다. 추가 용량이 필요할 수 있다.
15. 제염 시에도 빠른 처치가 이루어지는 것이 중요하다. 환자의 생체 활력징후가 불안정하거나 의식이 없다면 ALS 프로토콜대로 진행함으로 제염을 대치한다.
16. 폐놀에 노출된 환자는 전신 독성의 증상 (중추신경 자극 증상, 동공반사, DTR의 감소, 혼수 및 발작, 메스꺼움, 구토, 설사, 메트헤모글로빈 혈증, 용혈성 빈혈, 다량 발한, 저혈압, 부정맥, 폐부종 및 빈맥 등)에 대해 모니터링 해야 한다.

[중환 구역 처치 단계]

1. 폐놀 노출 환자는 신속한 피부 오염 제거가 중요하다. 신속한 오염 제거가 생존 확률에 크게 영향을 줄 수 있다. 스스로 움직일 수 있는 환자는 자신의 오염 제거를 도울 수 있다. 충분히 오염제거가 되었음을 확인한 후에는 기존의 ABC의 평가와 조치를 한다. 중증으로 판단되는 환자 중 중환자 구역 처치 전 단계에서 정맥로 확보가 안되었던 환자에게는 정맥로를 확보 한다. 지속적으로 심장 기능 모니터링을 한다. 보존적인 치료와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다.
2. 제염 후, 환자가 의식이 없거나, 저혈압 이거나 경련이나 심장 부정맥을 보인다면 기존 전문생명소생술 (Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC (Airway, Breathing, Circulation) 순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
3. 흡입 노출

폐놀 기체에 흡입 노출된 환자가 호흡곤란 증상이 있다면 마스크로 산소를 공급한다.

 - 기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료한다. 어떤 종류의 기관지 확장제를 투여할지 선택하기 전에 심근의 상태를 고려한다. 일반적으로 교감신경 자극 기관지 확장제를 사용하나 심장 감작제를 사용하는 것이 고령의 심장질환자의 경우 부정맥을 유발할 수 있으므로 선택에 주의하여야 한다.

⇒ 소아의 경우 천명음이 들릴 경우 에피네프린 에어로졸을 처치한다.(2.5cc 증류수에 2.25% 라세믹 에피네프린용액 0.25~0.75ml을 혼합하여 20분 간격으로 처치한다.)

 - 중증 노출 환자는 심장 리듬을 지속적으로 모니터링 해야 한다. 고농도 폐놀에 노출되면 초기 혈압 상승을 일으키고 점차 심한 저혈압과 쇼크를 유발할 수 있다. 폐놀에 대한 피부 노출 후에도 심장 부정맥과 서맥이 보고되고 있다.

4. 피부 노출

페놀 액체에 피부가 닿으면 화학적 화상을 입을 수 있고, 빠르게 흡수되어 전신 독성에 기여할 수 있다.

- 페놀에 의한 화학적 화상 환자를 치료하는 동안 의료진은 보호복과 장갑(부틸 고무장갑 및 앞치마)을 착용해야 한다.
- 열에 의한 화상에 준해 치료한다.
- 고압 샤워로 씻은 후(물의 양이 적으면 단순히 페놀을 희석하고 노출 면적을 넓힐 수 있다)에는 피부를 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻어낸다.
- 노출된 페놀을 50%로 희석 할 수 있는 low-molecular-weight polyethylene glycol (PEG 300 또는 PEG 400)을 사용해 반복적으로 닦는다.
- 페놀 냄새가 없어질 때까지 계속해서 치료한다.
- PEG가 없으면 글리세린 용액을 대신 사용할 수 있다.
- PEG, 글리세린 용액 중 어느 것도 이용할 수 없다면 고압 샤워로 씻은 후 피부를 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻어낸다.
- 소아 환자들은 몸무게에 비해 상대적으로 더 커다란 체표면적 때문에 피부를 통해 흡수 되는 독성 물질들에 더 취약하다. 또한 응급실 의료진은 소아들이 손을 입에 갖다 대는 빈도가 많다는 점을 근거로 소아들의 구강도 검사해야 한다.

5. 눈 노출

- 강한 페놀 용액의 접촉시 눈 표면의 혼탁, 눈의 염증 및 눈꺼풀 화상을 포함하여 심한 눈 손상을 일으킬 수 있다.
- 적절한 안구 세척이 이루어졌는지를 확인한다. 적어도 15분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 많은 양의 미지근한 생리 식염수로 씻어내야 한다. 시력(Visual acuity)을 테스트한다. 각막 손상 가능성을 고려하여 눈을 검사하고 적절히 치료한다. 각막 손상이 있는 경우는 즉각 안과 협진을 시행한다.

6. 음독 노출

- 페놀의 음독 시 급성 전신 독성이 나타날 수 있다. 섭취 후 입, 목, 식도 및 위장에 심각한 부식성 손상을 일으킬 수 있으며, 출혈, 천공, 흉터 형성 또는 협착이 잠재적 후유증으로 나타날 수 있다. 급성 신부전, 혈액 및 조혈기관의 손상으로 혈액학적 변화 (예 : 용혈, 메트헤모글로빈 혈증, 골수억제 및 빈혈) 등이 나타날 수 있다. 50~500mg 정도의 소량에도 신생아에게는 치명적이다. 성인은 1~32 g의 섭취 후에 사망할 수 있다.
- 절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다.
- 위세척은 독성 물질을 제거하고 내시경 검사를 준비하기 위한 특정한 상황에 유용하다. 보지 않고 비위관을 넣는 경우는 화학적으로 손상 받은 식도나 위를 더 손상시킬 수 있기 때문에 주의를 요한다. 소아 환자는 많은 양의 부식성 물질을 섭취하지 않으며, 비위관 삽관으로 인한 천공의 위험 때문에 내시경으로 관찰하며 비위관을 삽관하지 않았다면, 위세척은 권장되지 않는다.

[비위관 삽관 및 위흡인 적응증]

- (1) 다량 음독 상황
 - (2) 환자의 상태가 응급실 내원 30분 이내 평가 되는 경우
 - (3) 환자가 구강내 병변을 갖고 있거나 지속적인 식도부위 불편감을 호소
 - (4) 음독 후 1시간 이내에 위세척이 가능한 경우
 - 만약 환자가 의식이 명료하고 증상이 없으며 정상 구역반사를 보인다면 활성화탄 현탁액(activated charcoal)을 1g/kg용량(보통 성인 60~90g, 소아 25~50g)으로 투여한다.
 - 탄산 음료와 빨대가 있으면 소아 환자들에게 활성화탄 현탁액(activated charcoal)을 제공할 때 도움이 될 수 있다.
 - 의식이 있고 삼킬 수 있는 환자에게는 120~240ml의 우유, 달걀 흰자 또는 젤라틴 용액을 준다.
 - 환자는 methemoglobinemia 을 검사해야 한다. 증상이 있는 환자는 1~2mg/kg 의 1% methylene blue를 정맥 내로 서서히 투여하여 치료해야 한다. 추가 용량이 필요할 수 있다.
 - 독성 구토물이나 위 세척액은 2중으로 밀봉하여 다른 밀폐된 공간에 격리시킨다.
 - 비위관 삽관 및 위흡인
 - ① 얇은 비위관을 삽관한다
 - ② 비위관을 통하여 위 내에 있는 액체형 화학 물질을 흡인한다.(이때 생리식염수 등을 넣어 세척하지 않는다)
 - ③ 활성화탄 용액을 비위관을 통하여 투여하고, 제거한다.
 - ④ 추가 활성화탄 투여가 필요한 경우에는 비위관을 남겨놓는다.
 - ⑤ 부식제 등 식도 및 위장의 손상으로 삽관시 천공위험이 있다면 금기가 된다
7. 해독제와 다른 치료법들
- 페놀에 대한 해독제는 없다. 숯을 이용한 활성화탄 혈액관류(charcoal hemoperfusion)는 혈액에서 유리된 페놀을 제거 할 수는 있고, exchange transfusion은 페놀 중독의 치료에 제안되어 왔지만 임상적 가치는 증명되지 않았다.
8. 혈액 및 소변 검사
- 모든 노출 환자들을 대상으로 CBC c diff, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링, chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사, 요중 페놀 (81.5 mg/L 이상의 요중 페놀 수치 또는 250mg/g 이상의 크레아티닌 수치는 페놀의 과다노출 의미), 용혈 여부를 결정하기 위한 말초 혈액 도말검사, urinalysis plasma free hemoglobin haptoglobin

analyses, methemoglobinemia 검사

- 요중 페놀 검사는 임상적으로 유용하지는 않지만, 노출을 기록하는 데 사용될 수 있다. 81.5mg/L 이상의 요중 페놀 수치 또는 250mg/g 이상의 크레아티닌 수치는 페놀의 과다 노출을 의미한다. 이들 환자는 페놀의 전신 독성의 증상 (중추신경 자극 증상, 혼수 및 발작, 메스꺼움, 구토, 설사, 메트헤모글로빈 혈증, 용혈성 빈혈, 다량 발한, 저혈압, 부정맥, 폐부종 및 빈맥 등)에 대해 모니터링 해야 한다.

[응급실 진료 후 환자 배치와 추적 검사]

1. 심각한 수준의 흡입 혹은 음독 노출되어 전신 독성의 증상 (중추신경 자극 증상, 혼수 및 발작, 메스꺼움, 구토, 설사, 메트헤모글로빈 혈증, 용혈성 빈혈, 다량 발한, 저혈압, 부정맥, 폐부종 및 빈맥 등)을 보이는 환자들은 입원시킨다.
2. 지연 효과
입원시킨 환자들에서 흡입으로 노출된 환자는 지연되어 나타나는 폐부종이나 중추 신경계 영향의 징후를 관찰해야 하고, 정기적으로 18~24 시간 동안 재검사해야 한다.
3. 환자 퇴원
경미한 노출 후 2~4시간 이상 무증상인 환자들의 경우는 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대비한 안내 지침서를 받아가지고 퇴원 한다(페놀 - 환자 후속지침 참조).
4. 추적 검사
환자의 일차 진료진에게 환자의 응급실 방문기록에 관한 정보를 보낼 수 있도록 일차 진료진의 이름을 확보한다. 각막 손상이 있었던 환자는 24시간 이내에 재진료를 받아야 한다.
- 요 중 페놀 농도가 81.5mg/L 이상 또는 250mg/g 이상의 크레아티닌 수치는 페놀의 과다 노출을 의미한다. 페놀에 상당히 노출된 환자는 용혈 여부를 확인하기 위한 말초 혈액 도말검사, urinalysis plasma free hemoglobin haptoglobin analyses 시행하고, 모니터링 해야 한다.
5. 보고
작업 관련하여 사고가 발생시 보고할 파일을 만들어 관할 노동부에 연락하여야 한다. (응급실에 내원하지 않았을 지라도 다른 환자가 현장에 있을 수 있으며 사고가 작업장에서 발생 했다면 추후 회사 관계자와 토의함으로써 추후 발생 가능한 사고를 예방할 수 있다.)

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 폐놀에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 폐놀이란 무엇입니까?

폐놀은 투명, 반투명, 연 분홍색의 결정체, 백색 분말 또는 투명한 액체로 존재합니다. 폐놀은 달콤하고 자극적인 냄새가 나며, 상업적으로 많이 이용되는 플라스틱, 수지, 비료, 도료, 사진 현상액 및 일부 의약품 등의 제품 생산에 사용됩니다.

2. 폐놀 노출에 의해 즉시 발생할 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

폐놀에 의한 중독 증상은 폐놀에 피부 또는 눈을 통해 흡수 되었을 때, 호흡기로 흡입 되었을 때, 또는 입으로 삼켰을 때 발생할 수 있습니다. 피부와 눈의 증상은 노출된 량과 노출 시간에 따라 가볍거나 중한 화상이 발생할 수 있습니다. 폐놀의 호흡기 노출에도 코, 목구멍 및 폐, 기관지의 화상을 유발할 수 있습니다. 폐에 심한 손상을 입히면 폐수종으로 호흡이 어려워 질 수 있습니다. 폐놀을 경구로 삼켰을 때는 소화기관의 점막 손상으로 내부 출혈이 발생할 수 있습니다. 일반적으로 노출이 심할수록 증상은 더 심합니다. 폐놀은 피부, 폐 및 위장을 통해 몸에 쉽게 흡수됩니다. 뇌는 폐놀 노출시 매우 민감한 장기이며, 흡수된 폐놀은 규칙적인 호흡을 통제하는 뇌의 기능을 방해하여 발작과 혼수 같은 증상을 유발할 수 있습니다. 또한 심장의 리듬을 변화시켜 위험을 일으킬 수 있습니다.

3. 폐놀 중독은 치료 될 수 있습니까?

폐놀에 대한 해독제는 없습니다. 그러나 증상이 발생한 경우 치료할 수 있으며 노출된 대부분의 사람들이 완전히 회복됩니다. 폐놀에 심각한 노출이 발생한 경우 입원 치료가 필요할 수 있습니다. 폐놀에 눈에 들어갔을 경우, 안과 의사가 눈에 특별한 염료를 넣고 확대 장치를 사용하여 검사할 수 있습니다. 폐놀을 경구로 삼킨 경우, 위장에 폐놀을 흡수하는 활성탄을 함유한 용액을 제공받았을 수 있습니다.

4. 향후 건강에 영향이 발생할 수 있습니까?

단일 소량 노출에 의해 발생한 증상이 빠르게 회복된 사람들은 증상이 지연되어 발생하거나 장기간 인체에 영향을 일으킬 가능성은 거의 없습니다. 심한 노출 후 최대 24 시간 동안 어떠한 증상도 발생하지 않을 수 있습니다. 지연되어 발생 가능한 증상은 호흡기나 중추 신경계 증상으로 지속적인 관찰과 24시간 이내에 재검사를 받아야 합니다.

5. 폐놀에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

증상의 중증도에 따라 의사는 혈액 검사, 소변 검사, 흉부 X 선 검사, 심장 모니터링 검사를 실시할 수 있습니다. 이러한 검사는 심장, 신장, 폐 또는 신경계의 손상 여부를 확인하는데 도움이 될 수 있습니다. 노출이 심하면 비정상적으로 많은 양의 폐놀을 소변에서 측정할 수 있습니다. 그러나 노출된 모든 경우에 노출평가 검사가 필요한 것은 아닙니다.

6. 폐놀에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발생하는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우 :

- ▶ 기침, 천명음
- ▶ 호흡곤란, 가쁜 호흡, 흉통
- ▶ 불규칙한 심장박동, 가슴 두근거림
- ▶ 피부의 발적이나 통증, 피부 화상부위에서 고름과 같은 분비물
- ▶ 원인 불명의 졸림, 현기증, 두통, 실신

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____

의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (_____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약
(_____) 응급실 / 클리닉, (____)월/(____)일, AM/PM (_____)

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] (____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안 됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안 됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 : _____

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. : _____

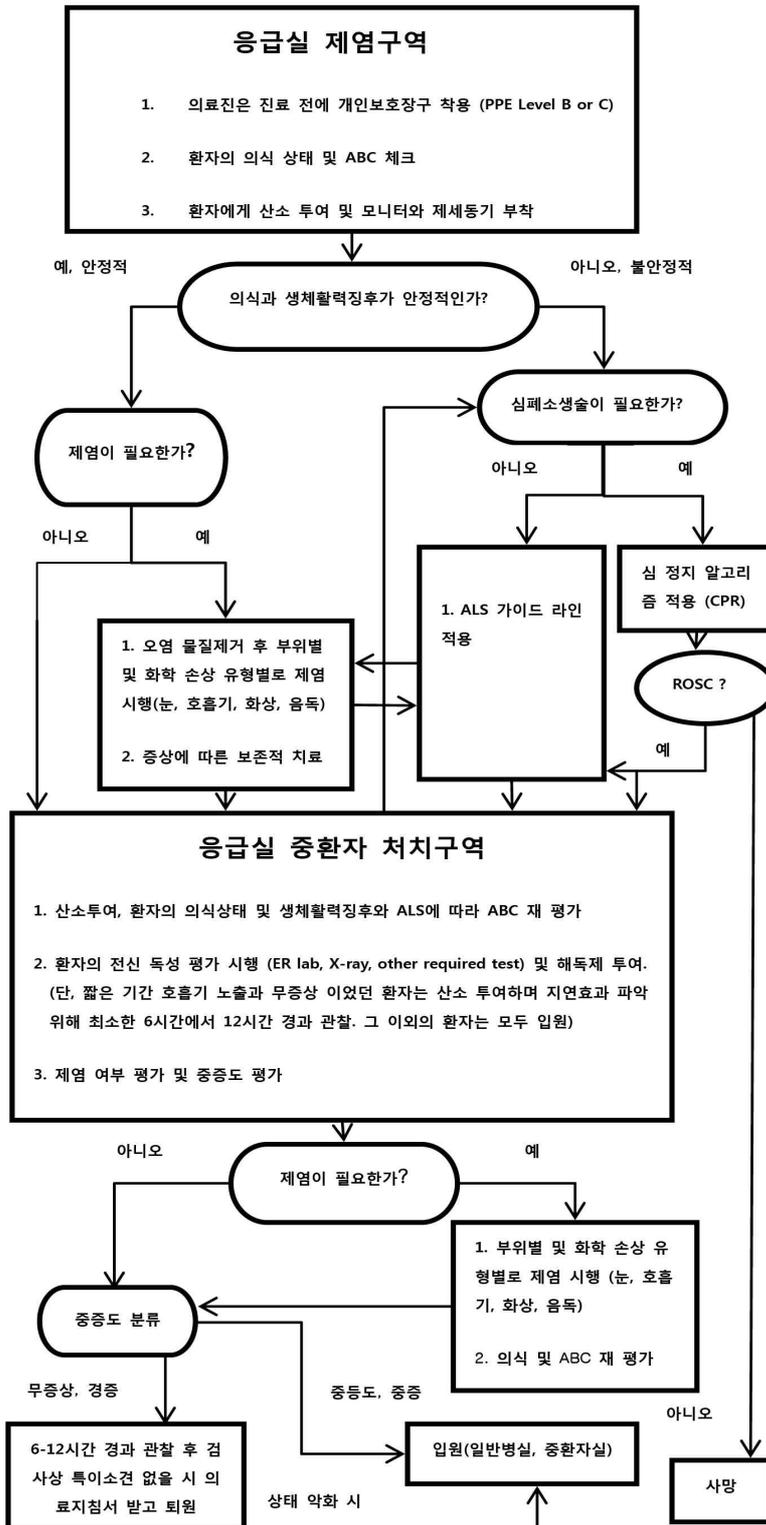
다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____

4. 크실렌

1) 알고리즘



1. 전문 생명 소생술 가이드 라인
(Advanced Life support, ALS)
: ABC (Airway, Breathing, Circulation) 순서로
중환자의 응급 진료를 진행하는 프로토콜.

2. 자일렌 해독제: 없음

1. 오염 물질제거 방법:
① 거동 가능한 환자는 본인의 제염을 돕도록 한다.
② 오염된 옷과 개인 소지품들을 물에서 제거하고 두 통수에 따로 나누어 보관한다

2. 부위별 및 유형별 제염 및 처치 방법
① 눈: 적어도 5분 동안(제염 구역) 담수와 5분 동안 (응급실 중환 처치 구역) 생리 식염수 세척.
시야(Visual acuity) 테스트 후 각막 손상 이 있는 경우는 즉시 안과 협진 시행
② 호흡기: 마스크 산소 투여. 흡입화상 의심 시는 중증 화상에 준해 치료 기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료 (단, 에피네프린 혹은 이소프로테리놀 같은 교감신경흥분 제제들은 치명적인 부정맥을 촉진할 수 있으므로 금기)
③ 피부(화상): 온열 화상에 준해 치료
④ 음독: 환자의 구토유발 절대 금기. 만약 환자가 의식이 명료하고 증상이 없으며 정상 구역 반사를 보인다면 활성탄 현탁액 1g/kg용량(보통 성인은 60-90 g, 소아는 25-50 g)으로 투여함을 고려

☞ 작은 비위관 위세척 적응증
(i) 다량 음독 상황
(ii) 환자의 상태가 응급실 내원 30분 이내 평가 되는 경우
(iii) 환자가 구강내 병변을 갖고 있거나 지속적인 식도부위 불편감을 호소
(iv) 음독 후 1시간 이내에 위 세척이 가능한 경우

3. 자일렌과 반응을 일으켜 손상을 줄 수 있는 약물들
예) strong oxidizers, strong acids

검사항목: CBC, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링, chest radiography, and pulse oximetry, ABGA

2) 응급실 처치 매뉴얼

[크실렌 환자의 치료 및 배치 원칙]

1. 대응 의료진들은 어떤 상황에서도 항상 화학물질대비 개인보호구(Personal protective equipment, PPE) Level B or C를 착용 한다.
2. 제염 여부에 상관없이 환자가 의식이 없거나, 저혈압 이거나 경련이나 심장 부정맥을 보 인다면 기존 전문생명소생술(Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC(Airway, Breathing, Circulation) 순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행 한다.
3. 해독제가 없으므로 보존적 치료와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다. CBC, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링을 시행한다. 심각한 흡입 노출이나 폐 흡입이 예상되면 chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사를 시행한다.
4. 심각한 수준으로 흡입 혹은 음독 노출되어 CNS 억제 증상, 동공반사, DTR의 감소, 호흡곤란의 증상을 보이는 환자들은 입원시킨다.
5. 크실렌에 노출된 환자는 지연 효과를 파악하기 위해 응급실에서 최소 6~12시간 이상 경과 관찰을 해야 한다.
6. 노출 후 6~12시간 이상 무증상인 환자들의 경우는 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대비한 안내 지침서를 받아가지고 퇴원 한다(크실렌 - 환자 후속지침 참조).

[크실렌 노출 환자 발생시 시행 할 Laboratory test]

CBC, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링, chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사

[화상시 처치]

1. 우선 환자 제염이 확인되면 환자를 중환자 처치 구역으로 옮겨 온열 화상에 준해 치료

한다.

[눈 노출 환자의 처치]

1. 제염 단계에서 눈 부위 노출 혹은 자극 증상이 있을 때, 최소 5분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 담수로 씻어내야 한다.
(눈에 2차 손상을 줄 수 있는 콘택트렌즈 등은 제거한다. 만약 부식성 물질이 의심 되거나 통증이나 손상이 명확하다면 환자를 중환 처치 구역으로 이송하는 동안에도 계속 안구를 세척한다. 안통 및 안검 경련 발생 시 증상완화를 위해 안과용 마취제 <예, 0.5% tetracaine 또는 proparacaine> 등을 사용할 수 있다. 단, 크실렌과 반응을 일으켜 손상을 줄 수 있는 다음의 약물들은 같이 투여함을 피한다. 예) strong oxidizers, strong acids)
2. 중환 처치 구역으로 옮긴 후에는 적절한 안구 세척이 이루어 졌는지를 확인한다. 안되어 있으면 최소 5분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 생리 식염수로 세척해야 한다. 시력 (Visual acuity)을 테스트한다. 각막 손상 가능성을 고려하여 눈을 검사하고 적절히 치료한다. 각막 손상이 있는 경우는 즉각 안과 협진을 시행한다.

[가스형태 호흡기 노출 환자의 처치]

1. 크실렌 기체에 흡입 노출된 환자가 호흡곤란 증상이 있다면 마스크로 산소를 공급한다. 기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료한다. 그러나 에피네프린이나 이소프로테리놀 같은 교감신경흥분 제제들은 치명적인 부정맥을 촉진할 수 있으므로 사용을 피해야 한다. 선택적인 베타-2 작용제들의 사용을 고려해 볼 수 있다.

[음독 형태 노출 환자의 처치]

1. 음독 시에는 절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다. 탄화수소 흡착을 위한 활성탄의 사용은 제한되어 있지만, 특히 혼합된 과용량의 경우에는 일부 효과를 볼 수도 있다. 만약 환자가 의식이 명료하고 증상이 없으며 정상 구역반사를 보인다면 활성탄 현탁액을 1g/kg용량(보통 성인 60~90g, 소아 25~50g)으로 투여한다. 탄산 음료와 빨대(가) 있으면 소아 환자들에게 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 제공할 때 도움이 될 수 있다.
2. 비위관 삽관 및 위흡인 적응증
 - 1) 다량 음독 상황
 - 2) 환자의 상태가 응급실 내원 30분 이내 평가 되는 경우
 - 3) 환자가 구강내 병변을 갖고 있거나 지속적인 식도부위 불편감을 호소

- 4) 음독 후 1시간 이내에 위세척이 가능한 경우
 - 비위관 삽관 및 위흡인
 - ① 얇은 비위관을 삽관한다
 - ② 비위관을 통하여 위 내에 있는 액체형 화학 물질을 흡인한다.(이때 생리식염수 등을 넣어 세척하지 않는다)
 - ③ 활성탄 용액을 비위관을 통하여 투여하고, 제거한다.
 - ④ 추가 활성탄 투여가 필요한 경우에는 비위관을 남겨놓는다.
 - ⑤ 부식제 등 식도 및 위장의 손상으로 삽관시 천공위험이 있다면 금기가 된다
3. 소아 환자의 천공의 위험이 있으므로 내시경 가이드가 되는 경우에만 비위관 삽관을 시행한다.
4. 독성 구토물이나 위세척액은 세척 튜브를 고립된 벽면 흡인기나 다른 밀폐된 공간에 연결하여 고립시킨다.
5. 크실렌을 음독한 환자가 기침을 하거나 호흡곤란 소견을 보이면 흡인성 폐렴의 발생 가능성을 고려하여 대처한다.

3) 응급실 대응 리스트

I. 일반적 특성

동의어 : dimethylbenzene, methyl toluene, xylol, and xylenes

크실렌(Xylene)은 3종류의 이성질체(ortho-, meta-, and para-xylene)의 형태로 존재한다. 상업적 용도의 크실렌은 m-xylene이 보통 중요한 구성 성분으로 사용되며 맑고 무색의 달콤한 향기가 나는 액체이다. 일반적으로 혼합된, 전체의 또는 기술 용도의 크실렌으로 알려져 있다. 분자식 $(C_6H_5)(C_2H_5)$ 을 갖는 4번째 구조적 이성질체는 에틸벤젠(ethylbenzene)으로 동질체로 존재할 수 있지만 독성학적 관점에서는 두드러진 심각성을 갖지는 않는다. 크실렌은 실온에서 인화성이 있어 화재의 위험이 있다. 물에 녹지 않지만 쉽게 여러 유기 용제들과 섞인다. 물보다는 비중이 낮아 수면에 뜬다. 또 크실렌 가스는 공기보다 밀도가 무거워 지면이나 지하에 축적되는 경향을 보이며 바다에서 누출되는 경우에 해안선을 따라 생활하는 인구 집단의 공공 보건에 심각한 악영향을 미칠 수 있는 것으로 보고되고 있다.

II. 노출의 경로

1. 흡입 : 대부분의 노출이 흡입에 의해 발생하고 쉽게 폐로 흡수된다. 크실렌 냄새의 역치는 1ppm 가량으로 일반적으로 급성기 위험물 농도를 적절히 경고해 줄 수 있는 정도이며 이는 OSHA PEL (permissible exposure limit)의 1/100 미만이다. 눈이나 목안의 자극 증상은 대략 200ppm 에서 발생한다. 크실렌 증기는 공기보다 무거워서 환기가 잘 안되거나 낮은 지역의 밀폐된 공간에서 질식을 유발할 수 있다. 소아는 체중에 비해 폐 표면적과 분당 호흡 용적이 더 커서 성인과 같은 농도의 크실렌 증기에 노출되어도 더 많은 농도를 흡수하게 된다. 게다가 짧은 신장과 지상에 가까울수록 크실렌 증기의 농도가 높으므로 같은 위치에 있어도 성인보다 높은 수준으로 노출된다.
2. 피부/안구 접촉 : 크실렌 증기는 점막을 약하게 자극하지만 눈에 튄 크실렌은 각막손상을 유발할 수 있다. 액체 크실렌에 반복적 또는 연장된 지속적인 피부 접촉은 피부에서 지방질을 제거하여 갈라지고 벗겨지는 피부손상을 유발할 수 있다. 직접 피부에 닿은 경우는 흡수가 느리지만 피부를 통한 흡수가 체내에 부담을 줄 수 있다. 소아는 체중에 비해 성인보다 상대적으로 더 큰 표면적을 갖기 때문에 피부를 통해 흡수되는 독성물질에 좀 더 취약하다.
3. 음독 : 음독으로 인해 급성 전신 독성이 나타날 수 있다.

III. 원료/용도

- 원유에서 주로 얻어지며 미국에서 가장 풍부하게 생산되는 30가지 화학물질 중 하나

다. 탈지제와 시너 그리고 페인트, 잉크, 접착제에서의 용액 및 여타 많은 생산물로 널리 사용되고 있다. 제초제 용액으로도 흔히 쓰인다.

IV. Standards and Guidelines:

- OSHA PEL (permissible exposure limit) = 100ppm (8시간 근무 교대 가정하에 평균 노출 허용 농도)
- NIOSH IDLH (immediately dangerous to life or health) = 900 ppm

V. 물리적 특성

- 기술 : 맑은 무색의 액체
- 경고 특성 : 1ppm의 농도에서 달콤한 향기로운 냄새
- 분자량 : 106.2 달톤(Daltons)
- 끓는점(760 mmHg)*: 144°C, 139°C, 138°C
- 어는점* : -25°C, -48°C, 13°C
- 비중* : 0.88, 0.86, 0.86 (water = 1)
- 증기압* : 5, 6, 6.5 mmHg (20°C)
- 기체 밀도 : 3.8 (공기 = 1)
- 수용성 : 비수용성
- 인화성* : 17°C, 27°C
- 인화 범위: 1.0% ~ 7.0% (concentration in air)
*ortho-, meta-, and para-xylene, 각각.

VI. 병용 불가 물질: 강한 산화제, 강산 (크실렌과 반응함)

VII. 응급실 처치

[제염 단계]

1. 크실렌은 현재 해독제가 없는 화학물질이다. 대응 의료진들은 어떤 상황에서도 항상 화학물질대비 개인보호구(Personal protective equipment, PPE) Level C를 착용한다. 단, 특수 상황에서는 드물게 Level B가 필요할 수도 있다. PPE (예: Tyvek 또는 Saranex 등) 또는 부틸(butyl) 고무 재질의 앞치마, 여러 겹의 라텍스 장갑, 눈 보호 장비 등을 착용한다.

(병원 전 단계에서 Hot zone과 Warm zone 및 Support zone을 거쳐 제염을 받거나 제염이 필요하지 않은 환자들이 응급실로 이송되기 때문이다. 단, 환자가 크실렌이 포함된 다량의 토사물을 구토하는 경우나 의료진이 크실렌 액체에 접촉할 수 있는 상황이라면 드물지만 PPE Level B가 필요할 수도 있다.)

2. 환자가 병원 내원 전 단계에서 단순히 크실렌 기체에 노출되었고 제염 처치를 받았으며 피부나 눈의 자극 증상이 없다면 전문생명소생술(Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC(Airway, Breathing, Circulation) 순서로 중환자 진료 구역에서 진료를 진행한다.
3. 만약 제염 처치를 받지 않았거나 크실렌 액체에 접촉이 의심되거나 피부나 눈에 제염을 요하는 자극증상이 있는 모든 환자는 응급실 입실 전 제염 구역(Decontamination Zone)에서 먼저 제염을 시행한다.
4. 의료인은 소아 환자의 경우 보호구 착용으로 인해 공포를 조장하여 좀 더 처치하기가 힘들 수 있음을 인지하고 사전에 대처할 수 있는 계획을 갖고 있어야 한다.
5. 소아 환자들은 몸무게에 비해 상대적으로 더 커다란 체표면적 때문에 피부를 통해 흡수되는 독성 물질들에 더 취약하다. 또한 응급실 의료진은 소아들이 손을 입에 갖다 대는 빈도가 많다는 점을 근거로 소아들의 구강도 검사해야 한다.
6. 기도, 호흡, 혈액 순환을 평가하고 보조한다. 호흡 부전이 있는 경우에는 기관 삽관을 통해 기도와 호흡을 확보한다. 만약 불가능하면 기관 절개나 운상 갑상 연골 절개와 같은 외과적인 방법으로 기도를 확보할 수 있도록 대비하여야 한다.
7. 기관지 경련이 있는 환자들은 연무화된 기관지 확장제로 치료한다. 그러나 에피네프린이나 이소프로테리놀과 같은 교감 신경 흥분제의 사용은 치명적인 부정맥을 촉발할 수 있어서 피해야 한다. 선택적 베타-2작용제가 선호되나 그것들을 사용했다는 임상적인 보고는 부족하다. 환자가 의식이 없거나, 저혈압이거나 경련이나 심실 부정맥을 보인다면 기존 ALS 프로토콜에 따라 ABC 순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행해야 한다.
(테오필린 유도체들은 연구가 되어 있지 않다. 심부정맥 발생의 위험이 증가하기 때문에 모든 종류의 카테콜라민은 주의하며 사용하여야 한다. 또한 어떤 종류의 기관지 확장제가 투여되어야 할 지 결정하기 전에 심근 건강을 고려해야 한다.)
8. 기본 제염 시에는 환자가 스스로 움직일 수 있으면 자신들이 제염을 하도록 한다. 오염된 옷가지와 개인 소유물을 각각 다른 봉투에 보관하고 가능한 빨리 제거하는 것이 매우 중요하다.
9. 크실렌에 젖어 있는 환자의 옷은 신속히 제거하되, 증기 형태의 분무 오염 가능성 등의 2차 오염에 주의한다. 크실렌 액체에 오염된 피부와 머리는 담수로 3~5분 가량 (가능하

면 샤워기 세척으로) 충분히 세척하고 비누로 2번째로 세척한다. 물로 철저히 씻는다.
(어린이나 노인의 경우 차가운 물로 오염물질 제거 시 저체온 증을 예방하기 위해 적절히 담요나 워머를 사용한다)

10. 눈 부위 노출 혹은 자극 증상이 있을 때, 최소 5분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 담수로 씻어내야 한다.

(눈에 2차 손상을 줄 수 있는 콘택트렌즈 등은 제거한다. 만약 부식성 물질이 의심되거나 통증이나 손상이 명확하다면 환자를 중환 처치 구역으로 이송하는 동안에도 계속 안구를 세척한다. 안통 및 안검 경련 발생시 증상완화를 위해 안과용 마취제 <예, 0.5 % tetracaine 또는 proparacaine> 등을 사용할 수 있다. 단, 크실렌과 반응을 일으켜 손상을 줄 수 있는 다음의 약물들은 같이 투여함을 피한다. 예) strong oxidizers, strong acids)

11. 음독 시에는 절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다. 탄화수소 흡착을 위한 활성탄의 사용은 제한되어 있지만, 특히 혼합된 과용량의 경우에는 일부 효과를 볼 수도 있다. 만약 환자가 의식이 명료하고 증상이 없으며 정상 구역반사를 보인다면 활성탄 현탁액을 1g/kg용량(보통 성인 60~90g, 소아 25~50g)으로 투여한다. 탄산 음료와 빨대가 있으면 소아 환자들에게 활성탄 현탁액(activated charcoal)을 제공할 때 도움이 될 수 있다.

(환자가 토한 오염물은 직접 접촉 위험이나 크실렌 기체가 생성될 위험 등의 간접 접촉 위험이 있어 의료진이나 주변인들이 접촉 시 2차적인 중독을 유발할 수 있으므로 밀폐된 공간에 고립 저장해야 한다.)

12. 제염 시에도 빠른 처치가 이루어지는 것이 중요하다. 환자의 생체 활력징후가 불안정하거나 의식이 없다면 ALS 프로토콜대로 진행함으로 제염을 대체한다.

[중환 구역 처치 단계]

1. 충분히 오염제거가 되었음을 확인한 후에는 기존의 A, B, C의 평가와 조치를 한다. 중증으로 판단되는 환자 중 중환자 구역 처치 전 단계에서 정맥로 확보가 안되었던 환자에게는 정맥로를 확보한다. 지속적으로 심장 기능 모니터링을 한다. 보존적인 치료와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다.

2. 혼수, 쇼크, 저혈압, 발작, 심장 부정맥 등의 증상은 기존의 ALS 프로토콜대로 대응한다.

3. 흡입 노출

크실렌 기체에 흡입 노출된 환자가 호흡곤란 증상이 있다면 마스크로 산소를 공급한다.

기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료한다. 그러나 에피네프린이나 이소프로테리놀 같은 교감신경흥분 제제들은 치명적인 부정맥을 촉진할 수 있으므로 사용을 피해야 한다. 선택적인 베타-2 작용제들이 선호될 수 있으나 이러한 제제들의 임상적인 사용에 대한 보고들은 부족한 상황이다.

(테오필린 유도체들은 연구가 되어 있지 않다. 심부정맥 발생의 위험이 증가하기 때문에 모든 종류의 카테콜라민은 주의하며 사용하여야 한다. 또한 어떤 종류의 기관지 확장제가 투여되어야 할지 결정하기 전에 심근 건강을 고려해야 한다. 흡입 노출 후 3일 이후에 폐부종이 나타나는 경우도 있으므로 초기 경과 관찰 중 증상이 없다고 해서 안전하다고 말할 수 없다.)

4. 피부 노출

크실렌 액체에 피부가 장기적으로 노출된 경우는 화학화상이 발생할 수 있다. 이 경우에는 열에 의한 화상에 준해 치료한다. 소아 환자들은 몸무게에 비해 상대적으로 더 커다란 체표면적 때문에 피부를 통해 흡수 되는 독성 물질들에 더 취약하다. 또한 응급실 의료진은 소아들이 손을 입에 갖다 대는 빈도가 많다는 점을 근거로 소아들의 구강도 검사해야 한다.

5. 눈 노출

적절한 안구 세척이 이루어 졌는지를 확인한다. 안되어 있으면 최소 5분 이상 혹은 통증이 완화될 때까지 생리 식염수로 세척해야 한다. 시력(Visual acuity)을 테스트한다. 각막 손상 가능성을 고려하여 눈을 검사하고 적절히 치료한다. 각막 손상이 있는 경우는 즉각 안과 협진을 시행한다.

6. 음독 노출

절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다. 활성탄 사용의 적응증과 용량은 제염구역 11번 음독단계 대처와 동일하다.

위장관 손상의 정도를 평가하기 위해서는 내시경을 고려한다. 인후두가 극도로 부은 경우에는 기관삽관이나 윤상 갑상 연골 절개가 필요할 수도 있다. 위세척은 독성물질을 제거하고 내시경 검사를 준비하기 위한 특정한 상황에 유용하다. 보지 않고 비위관을 넣는 경우는 화학적으로 손상받은 식도나 위를 더 손상시킬 수 있기 때문에 주의를 요한다. 소아 환자의 천공의 위험이 있으므로 내시경 가이드가 되는 경우에만 위세척을 시행한다.

● 비위관 삽관 및 위흡인 적응증

- (1) 다량 음독 상황
- (2) 환자의 상태가 응급실 내원 30분 이내 평가 되는 경우
- (3) 환자가 구강 내 병변을 갖고 있거나 지속적인 식도부위 불편감을 호소

(4) 음독 후 1시간 이내에 위세척이 가능한 경우

독성 구토물이나 위세척액은 세척 튜브를 고립된 벽면 흡인기나 다른 밀폐된 공간에 연결하여 고립시켜야 한다. 크실렌을 음독한 환자가 기침을 하거나 호흡곤란 소견을 보이면 흡인성 폐렴이 발생할 수도 있다. 음독 6시간 이내에 흡인성 폐렴의 임상징후를 보이지 않은 환자들은 좀처럼 흡인성 화학 폐렴으로 진행하지 않는 경향을 보인다.

- 비위관 삽관 및 위흡인

- ① 얇은 비위관을 삽관한다
- ② 비위관을 통하여 위 내에 있는 액체형 화학 물질을 흡인한다.(이때 생리식염수 등을 넣어 세척하지 않는다)
- ③ 활성탄 용액을 비위관을 통하여 투여하고, 제거한다.
- ④ 추가 활성탄 투여가 필요한 경우에는 비위관을 남겨놓는다.
- ⑤ 부식제 등 식도 및 위장의 손상으로 삽관시 천공위험이 있다면 금기가 된다

7. 해독제와 다른 치료법들

크실렌에 대한 해독제는 없다. 혈액 투석이나 혈액 관류 치료도 비효율적이다.

8. 혈액 검사

모든 노출 환자들을 대상으로 CBC, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker, CoHb, ECG 모니터링을 시행한다. 이중 특히 심각한 흡입 노출이나 폐 흡인이 예상되면 chest radiography, pulse oximetry, ABGA 검사가 필요하다.

혈중 크실렌 레벨은 임상적으로는 유용하지 않지만 노출을 기록하는데 사용될 수 있다. 크실렌은 메틸마노산(methylhippuric acid)으로 대사되어 뇨로 배출된다. 크실렌은 24시간 이내에 거의 완전히 배출된다. 뇨 중 메틸마노산 레벨은 전신 독성효과와 크게 관련이 없으며 응급실 기반으로 쓸 수 없지만 크실렌 중독의 진단이나 원인을 확정하는데 도움을 줄 수 있다.

[응급실 진료 이후 환자 배치 및 추적 검사]

1. 심각한 수준으로 흡입 혹은 음독 노출되어 CNS 억제나 호흡곤란의 증상을 보이는 환자들은 입원시킨다.
2. 지연 효과
입원시킨 환자들에서 급성 세뇨관 괴사, 중추신경증상, 부정맥들이 나타날 수 있으므로 잘 관찰해야 한다. 흡입 노출 환자들에서는 폐부종의 증상과 음독 환자들에서는 흡인 폐렴의 증상이 있는지 주의하며 관찰해야 한다.

3. 환자 퇴원

노출 후 6~12시간 이상 무증상인 환자들의 경우는 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대비한 안내 지침서를 받아가지고 퇴원할 수 있다(크실렌 - 환자 후속지침 참조).

4. 추적 검사

환자의 일차 진료진에게 환자의 응급실 방문 기록에 관한 정보를 보낼 수 있도록 일차 진료진의 이름을 확보한다. 각막 손상이 있었던 환자는 24시간 이내에 재진료를 받아야 한다. 단일 크실렌 급성 노출에 의한 장기간 합병증은 아직까지 보고된 바가 없다.

5. 보고

작업 관련하여 사고가 발생 시 보고할 파일을 만들어 관할 보건소에 연락하여야 한다. (응급실에 내원하지 않았을 지라도 다른 환자가 현장에 있을 수 있으며 사고가 작업장에서 발생 했다면 추후 회사 관계자와 토의함으로써 추후 발생 가능한 사고를 예방할 수 있다.)

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 크실렌 가스 또는 크실렌 용액에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 크실렌(동의어: 자일렌, 디메틸벤젠, 메틸 톨루엔, 자일롤)이란 무엇입니까?

크실렌은 달콤한 향을 가진 맑고 투명한 액체이며, 원유로부터 얻어지며 페인트, 접착제, 살충제와 같은 많은 제품들에서 널리 사용됩니다. 휘발유에서도 소량이 발견됩니다.

2. 크실렌 노출에 의해 즉시 발생될 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

소량의 크실렌 증기 흡입은 두통, 어지러움, 나른함과 오심을 유발 할 수 있습니다. 좀 더 심각히 노출되었을 때는 졸림, 비틀거림, 비정상 심박동, 기절 과 심지어는 사망까지도 유발 할 수 있습니다. 크실렌 증기는 피부, 눈, 폐를 경한 정도로 자극합니다. 만약 크실렌 액체가 피부에 닿으면 타는 듯 한 통증이 발생할 수 있으며, 눈에 튀면 눈에 손상을 줄 수 있습니다. 일반적으로 심각하게 노출될 수 록 증상도 심합니다.

3. 크실렌 중독은 치료될 수 있습니까?

크실렌의 해독제는 없지만 중독의 증상은 치료될 수 있고 대부분의 노출환자들은 나아 집니다. 심각한 증상을 보인 환자는 입원해야 합니다.

4. 향후 장기간 건강상의 영향이 발생할 수 있습니까?

소규모 단일 노출에 의해 발생한 증상이 빠르게 회복된 사람들은 증상이 지연되어 재발 하거나 장기간 인체영향을 일으킬 가능성이 낮습니다. 반면 심한 노출인 경우에는 수일 까지도 지연되어 증상이 나타날 수도 있습니다. 반복적인 크실렌 흡입은 뇌, 근육, 심장 과 신장에 영구적인 손상을 줄 수 있습니다.

5. 크실렌에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

혈액이나 소변에서 크실렌의 존재를 위한 특정한 검사들은 일반적으로 의사에게 유용하 지는 않습니다. 만약 크실렌의 용량이 높으면 크실렌의 대사물인 메틸마노산 (Methylhippuric acid)을 소변에서 측정할 수 있습니다. 심각하게 노출 되었을 때는 혈액, 뇨 분석과 다른 검사들을 통해 뇌와 심장 또는 신장이 손상을 입었는지를 밝혀줄 수 있습니다. 모든 경우에 검사가 필요하지는 않습니다.

6. 크실렌에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건 센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발현되는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우:

- ▶ 호흡 곤란, 짧아진 호흡 또는 천명음(호흡시 "쌉쌉" 거리는 소리)
- ▶ 쉼 목소리, 고음톤의 음성, 또는 말하기 어려움
- ▶ 가슴 통증 또는 압박감
- ▶ 피부 변화, 진물, 또는 피부화상 부위의 통증증가
- ▶ 복통, 구토, 설사
- ▶ 노출된 눈 부위에서의 통증 및 분비물 증가

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : 전화번호 :

☞ 의사에게 전화문의 시 () 응급실에서 치료를 받았고, () 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약

() 응급실 / 클리닉, ()월/()일, AM/PM ()

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] ()일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 :

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. :

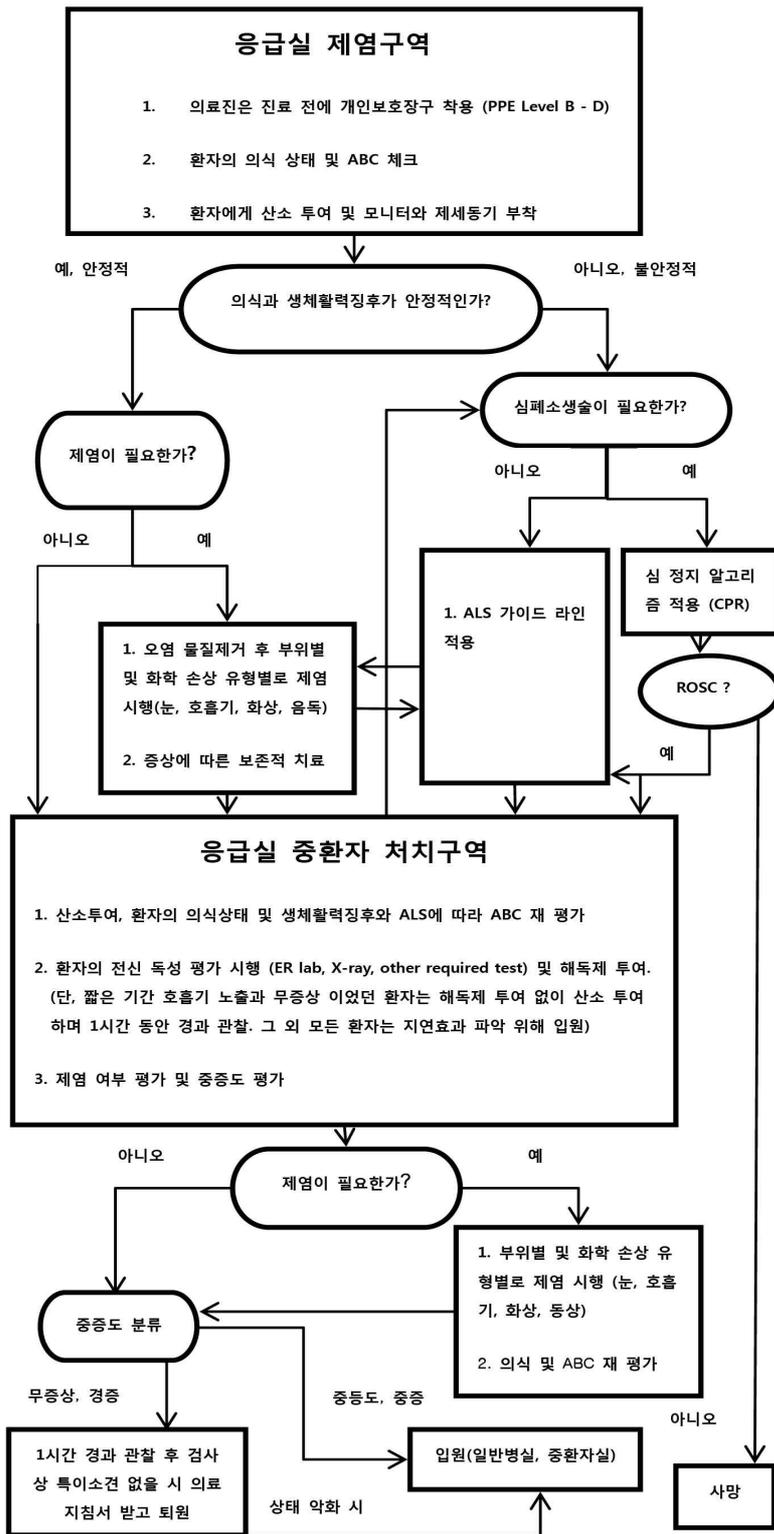
다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____

5. 염 소

1) 알고리즘



1. 전문 생명 소생술 가이드 라인
(Advanced Life support, ALS)
: ABC (Airway, Breathing, Circulation) 순서로
중환자의 응급 치료를 진행하는 프로토콜.

2. 염 소 해독제: 없음

1. 오염 물질제거 방법:
① 거동 가능한 환자는 본인의 제염을 돕도록 한다.
② 오염된 옷과 개인 소지품들을 몸에서 제거하고 두 봉투에 따로 나누어 보관한다

2. 부위별 및 유형별 제염 및 처치 방법
① 눈: 적어도 15분 동안 세척.
시야(Visual acuity) 테스트 후 각각 손상 이 있는 경우는 즉시 안과 협진 시행
② 호흡기: 마스크 산소 투여, 흡입화상 의심 시는 중증 화상에 준해 치료
기관지 경련이 있는 환자들은 분무화된 기관지 확장제로 치료
천명음이 들리는 소아 환자에게는 racemic epinephrine 연무제를 사용.
2.5cc 생리 식염수에 2.25% racemic epinephrine 용액 0.25 - 0.75 mL를 혼합하여 필요에 따라 매 20분마다 반복
③ 피부(화상): 온열 화상에 준해 치료
④ 동상:
(i) 눈: 동상을 입은 눈은 세척하지 않는다.
안과 협진 시행.
(ii) 피부: 섭씨 40~42도(화씨 102~108도) 사이의 온도의 수조에 20~30분 가량 손상부위를 담그고 재가는 치료를 하며 동상 부위의 혈액 순환이 돌아 올 때까지 계속한다.

3. 염 소와 반응을 일으켜 손상을 줄 수 있는 약물들
예) acetylene, ether, turpentine, ammonia, fuel gas, hydrogen, and finely divided metals

검사항목 CBC, blood glucose, electrolyte, LFT, serum lactate, cardiac marker, BNP, chest radiography, and pulse oximetry, ABGA, CoHb, ECG 모니터링, 혈중 pH 모니터

2) 응급실 처치 매뉴얼

[염소 노출 환자의 치료 및 배치 원칙]

1. 대응 의료진들은 어떤 상황에서도 항상 화학물질대비 개인보호구(Personal protective equipment, PPE) Level C or D를 착용 한다.
2. 환자가 병원 내원 전 단계에서 단순히 염소 기체에 노출되었고 제염 처치를 받았으며 피부나 눈의 자극 증상이 없다면 전문생명소생술(Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC (Airway, Breathing, Circulation)순서로 중환자 진료 구역에서 진료를 진행한다.
3. 만약 제염 처치를 받지 않았다면 응급실 입실 전 제염 구역(Decontamination Zone)에서 먼저 제염을 시행한다. 하지만 환자가 의식이 없거나, 저혈압 이거나 경련이나 심장 부정맥을 보인다면 기존 ALS 프로토콜에 따라 ABC순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
4. 환자가 스스로 움직일 수 있으면 자신들이 제염을 하도록 한다. 오염된 옷가지와 개인 소유물을 각각 다른 봉투에 보관하고 가능한 빨리 피부에 접촉된 염소를 제거한다. 흐르는 물로 2~3분가량(가능하면 샤워기 세척으로) 충분히 세척하고 비누로 2번 세척한다.
5. 염소는 현재까지 알려진 해독제가 없으므로 보존적 치료와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다. 평가 항목으로 CBC, blood glucose, electrolyte, LFT, serum lactate, cardiac marker, BNP, chest radiography, pulse oximetry, ABGA, CoHb, ECG 모니터링을 시행한다. 염소의 다량 흡입시 electrolytes의 변화뿐만 아니라 hyperchloremic metabolic acidosis가 합병될 수 있어서 혈중 pH를 모니터 한다.
6. 지속적인 호흡곤란, 심한 기침, 가슴 답답(조이는 느낌)을 호소하는 증상 있는 환자들과 심각한 수준으로 노출되었거나 안구 화상 또는 심각한 피부 화상이 있는 병력의 환자는 입원시킨다.
7. 무증상 환자들이나 코, 목, 눈, 호흡기(아마도 약간의 기침도 포함해서)의 경미한 작열감만 경험한 환자들은 1시간 경과 관찰 후 증상이 사라지면 퇴원한다. 이러한 환자들은 증상 발현 시 즉시 의료적 처치를 구할 수 있게 해 줄 지침서를 받아 가지고 퇴원한다. 피부나 각막 손상이 있는 환자들은 24시간 이내에 재평가 되어야 한다.

8. 염소와 반응을 일으켜 손상을 줄 수 있으므로 피해야 할 다음의 약물을 환자나 보호자에게 교육한다.

예) acetylene, ether, turpentine, ammonia, fuel gas, hydrogen, finely divided metals

[염소 노출환자 발생 시 시행 할 Laboratory test]

CBC, blood glucose, electrolyte, LFT, serum lactate, cardiac marker, BNP, chest radiography, pulse oximetry, ABGA, CoHb, ECG monitoring

* 염소의 다량 흡입 : blood pH monitoring (Arterial line) 추가

[화상 시 처치]

1. 눈 : 최소한 15분 이상 세척한다. 시력(Visual acuity)을 테스트한다. 각막 손상 가능성을 고려하여 눈을 검사하고 각막 손상이 있는 경우는 즉각 안과 협진을 시행한다.

2. 피부 : 온열 화상에 준해 치료한다.

[동상 시 처치]

1. 눈 : 동상을 입은 눈은 세척하지 않는다. 안과 협진을 시행한다.

2. 피부 : 40~42°C 사이의 온도의 수조에 20~30분 가량 손상부위를 담그고 재가온 치료를 하며 동상 부위의 혈액 순환이 돌아 올 때까지 계속한다.

[가스형태의 호흡기 노출 환자의 처치]

1. 마스크로 보조 산소를 투여하며 기관지 연축이 있는 환자들에게는 연무화된 기관지 확장제를 사용한다.

2. 천명음이 들리는 소아 환자에게는 racemic epinephrine 연무제를 사용한다. 2.5cc 증류수에 2.25% racemic epinephrine 용액 0.25 ~ 0.75 mL를 혼합하여 필요에 따라 매 20분마다 반복한다.

3) 응급실 대응 리스트

I. 일반적 특성

염소(Chlorine, Cl₂)는 상온에서 황록색을 띠며 톡 쏘는 듯 한 자극적인 향을 풍기는 불연성의 기체이다. -34.4°C 아래에서 맑은 호박색의 액체 형태를 띤다. 강한 산화제이며 많은 흔한 물질들과 폭발적으로 반응하거나 폭발성의 화합물을 형성하기도 한다. 물에 약간만 녹으며 습기에 접촉시 차아염소산 (Hypochlorous acid, HClO)과 염산 (Hydrochloric acid, HCl)을 형성한다. 불안정한 형태의 차아염소산은 쉽게 분해되어 활성산소를 형성한다. 이러한 반응을 보이기 때문에 물은 잠정적으로 염소의 산화와 부식 효과를 강화시킨다. 공기보다 무거우며 저지대에 축적될 수 있다.

II. 노출의 경로

1. 흡입 : 대부분의 노출이 흡입에 의해 발생하고 쉽게 폐로 흡수된다. 염소 냄새의 역치는 0.32 ppm가량으로 일반적으로 급성기 위험물 농도를 적절히 경고해 줄 수 있는 정도이며 이는 OSHA PEL (permissible exposure limit)의 1 ppm에 비해 1/30 미만의 수치이다. 염소의 냄새나 자극적인 특성은 보통 독성 농도라는 것을 나타낸다. 그러나 지속적으로 낮은 레벨의 노출을 받는 작업장 인력들은 후각신경이 피로해지며 염소의 자극 효과에 내성이 생길 수 있다. 눈이나 목안의 자극 증상은 대략 200ppm 에서 발생한다. 염소는 공기보다 무거워서 환기가 잘 안되거나 밀폐되었거나 저지대에서 질식을 유발할 수 있다. 소아는 체중에 비해 폐 표면적과 분당 호흡 용적이 더 커서 성인과 같은 농도의 염소 증기에 노출되어도 더 많은 농도를 흡수하게 된다. 게다가 짧은 신장과 지상에 가까울수록 염소 증기의 농도가 높으므로 같은 위치에 있어도 성인보다 높은 수준으로 노출된다.
2. 피부/안구 접촉 : 액체 형태의 염소에 직접 접촉하거나 농축된 수증기는 세포 괴사와 궤양으로 이어지는 심각한 화학 화상을 유발할 수 있다.
3. 음독 : 상온에서 기체 형태이기 때문에 음독이 일어나기는 쉽지 않다. 차아염소산 나트륨과 같은 염소를 생성할 수 있는 용액은 음독 시 부식손상을 일으킬 수 있다.

III. 원료/용도

- 염소는 염화나트륨 소금물(brine)의 전기분해 요법에 의해 상업적으로 생산된다. 미국에서 제조되는 가장 양이 많은 10가지 화학물질 중에 속하며 1400만 톤을 초과하는 양으로 1998개의 제품의 생산에 사용된다. 염소는 종이와 옷의 제조에서 표백제로 가장 중요하게 사용된다. 금속성 염화물, 염소계용제, 살충제, 폴리머, 합성고무, 냉매의 합성과 제조를 위해 화학 시약으로 널리 사용되어 왔다. 차아염소산나트륨(락스)은 상업용 표백제, 세정 용액, 식수 및 오폐수 정화시스템과 수영장용 살균제의 구성 요소이며 산성 물질과 접촉 시 염소 기체를 방출한다.

IV. Standards and Guidelines:

- OSHA PEL (permissible exposure limit) = OSHA ceiling = 1 ppm
- NIOSH IDLH (immediately dangerous to life or health) = 10 ppm
- AIHA ERPG-2 (자기보호 행동력을 손상 받을 수 있는 경험 없이 혹은 비가역적으로 진행하지 않거나 혹은 다른 심각한 건강 효과나 증상이 없이 1시간까지 거의 모든 노출자가 노출가능하다고 생각되는 농도) = 3 ppm

V. 물리적 특성

- 기술 : 상온에서 황록색의 기체
- 경고 특성 : 냄새나 자극은 보통 적당하지만 후각신경 피로가 발생할 수 있고 0.31ppm에서 찌르는 듯한 냄새가 남.
- 분자량 : 70.9 달톤(Daltons)
- 끓는 점(760 mm Hg)* : -34°C
- 어는 점 : -101°C
- 비중 : 끓는 점에서 1.56 (water = 1)
- 증기압 : 20°C에서 5168 mmHg
- 기체 밀도 : 2.5 (공기 = 1)
- 수용성 : 20°C에서 0.7%
- 인화성 : 비인화성이지만 많은 흔한 물질들과 폭발적으로 반응하거나 폭발 화합물을 형성함

VI. 병용 불가 물질

- acetylene, ether, turpentine, ammonia, fuel gas, hydrogen, finely divided metals 등의 많은 흔한 물질들과 폭발적으로 반응하거나 폭발 화합물을 형성함.

VII. 응급실 처치

[제염 단계]

1. 대응 의료진들은 화학물질대비 개인보호구(Personal protective equipment, PPE) Level C or D를 착용 한다.
(단, 옷과 피부가 산업장용 농도의 표백제나 비슷한 용액에 젖은 경우에는 접촉하는 의료진에게 부식성 손상을 유발하고 유해한 염소 가스를 방출할 수 있기 때문에 PPE Level B 착용을 권장하나 현실적인 여건상 불가하면 최소한 Level C를 착용한다.)
2. 환자가 병원 내원 전 단계에서 단순히 염소 기체에 노출되었고 제염 처치를 받았으며

피부나 눈의 자극 증상이 없다면 전문생명소생술(Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC (Airway, Breathing, Circulation)순서로 중환자 진료 구역에서 진료를 진행한다. 소아는 성인에 비해 기도의 직경이 더 작기 때문에 부식성 재제에 더 취약할 수 있다. 환자의 호흡에 장애가 생겼을 때에는 기관 삽관을 하여 기도와 호흡을 확보해야 한다. 이 과정이 불가능하면 외과적 방법으로 기도를 확보해야 한다.

3. 기관지 연축이 있는 환자들에게는 연무화된 기관지 확장제를 사용한다. 다수의 화학물질에 노출된 상황에서 기관지 증감제를 사용하는 것은 부가적인 위험을 초래할 수 있다. 어떤 종류의 기관지 확장제를 투여할지 선택하기 전에 우선 심근의 건강상태를 고려해야 한다. 심장 증감제는 적절히 쓸 수 있지만 특정 화학 물질에 노출된 후에 심장 증감제의 사용은 특히 노인 환자에게 심부정맥 발생의 위험을 증가시킬 수 있다. 염소 중독은 기관지나 심장 증감제의 사용 동안에 추가적인 위험을 일으키지는 않는 것으로 알려져 있다.
4. 만약 제염 처치를 받지 않았다면 응급실 입실 전 제염 구역(Decontamination Zone)에서 먼저 제염을 시행한다. 하지만 환자가 의식이 없거나, 저혈압 이거나 경련이나 심장 부정맥을 보인다면 기존 ALS 프로토콜에 따라 ABC순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
5. 천명음이 들리는 소아 환자에게는 racemic epinephrine 연무제의 사용을 고려해야 한다. 2.5cc 생리 식염수에 2.25% racemic epinephrine 용액 0.25 ~ 0.75 mL를 혼합하여 심장 변동성에 주의하며 필요에 따라 매 20분마다 연무제 사용을 반복한다.
6. 환자가 스스로 움직일 수 있으면 본인이 제염을 하도록 한다. 오염된 옷가지와 개인 소유물을 각각 다른 봉투에 보관하고 가능한 빨리 피부에 접촉된 염소를 제거하는 것이 매우 중요하다.
7. 동상을 입은 눈과 피부는 조심스럽게 다룬다. 동상을 입은 피부는 42°C 가량의 따뜻한 물에 담그고 재가온한다. 만약 따뜻한 물이 없으면 이불로 침범된 부위를 부드럽게 감싼다. 혈액순환이 자연스럽게 스스로 이루어지게 한다. 환자에게 가온하는 동안 침범부위를 움직여 보도록 지도한다.
8. 염소에 젖어 있거나 녹은 환자의 옷은 신속히 제거하고, 흐르는 물로 2~3분 가량(가능하면 샤워기 세척으로) 충분히 세척하고 비누로 2번 세척한다.
(어린이나 노인의 경우 차가운 물로 오염물질 제거 시 저체온 증을 예방하기 위해 적절히 담요나 워머를 사용한다)

9. 동상을 입은 눈은 세척하지 않되 그렇지 않은 경우는 최소한 5분 이상 세척해야 한다. 눈에 외상을 주지 않고 손쉽게 제거할 수 있으면 콘택트렌즈는 제거하도록 한다. 환자를 중환 처치 구역으로 이동시키는 동안 세척을 계속 진행한다.
(안통 및 안검 경련 발생 시 증상완화를 위해 안과용 마취제 <예, 0.5 % tetracaine 또는 proparacaine> 등을 사용할 수 있다. 단, 염소와 반응을 일으켜 손상을 줄 수 있는 다음의 약물들은 같이 투여함을 피한다.
예) acetylene, ether, turpentine, ammonia, fuel gas, hydrogen, finely divided metals)

[중환 구역 처치 단계]

1. 충분히 오염제거가 되었음을 확인한 후에는 기존의 A, B, C의 평가와 조치를 한다. 중증으로 판단되는 환자 중 이 전 단계에서 정맥로 확보가 안되었던 환자에게는 정맥로를 확보한다. 지속적으로 심장 기능 모니터링을 한다.
(흔수, 쇼크, 저혈압, 발작, 심장 부정맥 등의 증상은 기존의 ALS 프로토콜대로 대응한다.)
2. 호흡기 증상이 있는 환자들에게는 마스크로 보조 산소를 투여한다. 기관지 연축이 있는 환자들에게는 연무화된 기관지 확장제를 사용한다. 다수의 화학 물질에 노출된 상황에서 기관지 증감제를 사용하는 것은 부가적인 위험을 초래할 수 있다. 어떤 종류의 기관지 확장제를 투여할지 선택하기 전에 우선 심근의 건강상태를 고려해야 한다. 심장 증감제는 적절히 쓸 수 있지만 특정 화학 물질에 노출된 후에 심장 증감제의 사용은 특히 노인 환자에게 심부정맥 발생의 위험을 증가시킬 수 있다. 염소 중독은 기관지나 심장 증감제의 사용 동안에 추가적인 위험을 일으키지는 않는 것으로 알려져 있다. 소아들은 작은 기도 때문에 성인들보다 부식성 제제에 더 취약할 수 있다. 천명음이 들리는 소아 환자에게는 racemic epinephrine 연무제의 사용을 고려해야 한다. 2.5cc 증류수에 2.25% racemic epinephrine 용액 0.25~0.75 mL를 혼합하여 심장 변동성에 주의하며 필요에 따라 매 20분마다 반복한다.
3. 농축된 염소 기체나 염소를 생성하는 용액에 피부가 노출된 경우는 화학 화상이 발생할 수 있다. 이 경우에는 열에 의한 화상에 준해 치료한다. 만약 액화된 응축 기체가 누출되어 피부에 닿으면 동상이 발생할 수 있다. 환자가 동상을 입었다면 40~42°C 사이의 온도의 수조에 20~30분 가량 손상부위를 두어 재가온 치료를 하며 동상 부위의 혈액 순환이 돌아올 때까지 계속한다.
4. 눈 부위 노출 시, 적어도 15분 동안 생리 식염수로 세척해야 한다. 시력(Visual acuity)을 테스트한다. 각막 손상 가능성을 고려하여 눈을 검사하고 적절히 치료한다. 각막 손상이 있는 경우는 즉각 안과 협진을 시행한다.

5. 염소에 대한 특별한 해독제는 없다. 보존적인 치료를 시행한다.
6. 급성 염소 독성의 진단은 주로 임상적으로 이루어지며 호흡곤란과 자극 증상에 기초한다. 그러나 laboratory testing은 환자를 모니터링하고 합병증을 평가하는데 유용하다. 염소에 노출된 모든 환자들을 평가하기 위한 Routine laboratory studies로는 CBC, blood glucose, electrolyte, LFT, serum lactate, cardiac marker, BNP, chest radiography, pulse oximetry, ABGA, CoHb, ECG 모니터링을 시행한다. 염소의 다량 흡입시 electrolytes의 변화뿐만 아니라 hyperchloremic metabolic acidosis가 합병될 수 있어서 혈중 pH를 모니터해야 한다.

[응급실 진료 이후 환자 배치 및 추적 검사]

1. 심각한 수준으로 노출되었거나 안구 화상 또는 심각한 피부 화상이 있는 병력의 환자는 입원시킨다.
2. 지속적인 호흡곤란, 심한 기침, 가슴 답답함(조이는 느낌)을 호소하는 환자들은 병원에 입원시켜야 하며 증상이 사라질 때까지 지켜보아야 한다. 폐 손상은 수 시간 동안 진행될 수 있다.
3. 무증상 환자들이나 코, 목, 눈, 호흡기(아마도 약간의 기침도 포함해서)의 경미한 작열감만 경험한 환자들은 퇴원이 가능하다. 대부분의 경우에 이러한 환자들은 1시간 이내에 증상이 사라질 것이다. 이러한 환자들은 증상 발현 시 즉시 의료적 처치를 구할 수 있게 해줄 지침서를 받아 가지고 퇴원해야 한다.
(염소-환자 후속지침 참조)
4. 추적 검사
환자의 일차 진료진에게 환자의 응급실 방문 기록에 관한 정보를 보낼 수 있도록 일차 진료진의 이름을 확보한다.
모든 입원 환자들은 장기간을 고려할 때 호흡기 문제가 발생할 수 있기 때문에 외래 추적검사가 이루어져야 한다. 환자의 증상이 없어질 때까지 호흡기의 모니터링이 필요하다. 염소 유발 반응성 기도 장애 증후군(Chlorine-induced reactive airways dysfunction syndrome, RADS)은 2~12년 까지도 지속되는 것으로 보고되어 왔다.
피부나 각막 손상이 있는 환자들은 24시간 이내에 재평가되어야 한다.
5. 보고
작업 관련하여 사고가 발생 시 보고할 파일을 만들어 관할 보건소에 연락하여야 한다.
(응급실에 내원하지 않았을 지라도 다른 환자가 현장에 있을 수 있으며, 사고가 작업장에서 발생했다면 추후 회사 관계자와 토의함으로써 추후 발생 가능한 사고를 예방할 수 있다.)

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 염소 가스 또는 염소 용액에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 염소란 무엇입니까?

염소는 날카롭고 타는 냄새가 나는 황록색의 기체입니다. 화학 제조업, 표백제, 식수와 수영장의 살균, 청정제에 널리 사용됩니다. 가정용 염소 표백제에는 소량의 염소만 포함되어 있지만 다른 청정제와 함께 혼합되면 염소 가스가 방출 될 수 있습니다.

2. 염소 노출에 의해 즉시 발생될 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

비록 소량의 기체에 노출 되었을 지라도 염소 흡입은 눈, 코, 목에 즉각적인 타는 듯한 느낌과 더불어 기침, 천명음, 숨참, 눈물을 동반한 호흡 곤란을 유발할 수 있습니다. 그러나 일단 노출이 멈추어 지면 증상은 보통 빨리 사라집니다. 다량 흡입하게 되면 목과 폐의 점막이 부어 숨쉬기가 곤란해질 수 있으며, 일반적으로 심각하게 노출될수록 증상도 심합니다.

3. 염소 노출에 의한 증상은 치료될 수 있습니까?

염소 노출에 대한 해독제는 없지만 노출에 의한 효과는 치료될 수 있고, 대부분의 노출자는 상태가 좋아집니다. 심각한 증상을 보인 환자는 입원해야 합니다.

4. 향후 장기간 건강상의 영향이 발생할 수 있습니까?

소규모 단일 노출에 의해 발생한 증상이 빠르게 회복된 사람들은 증상이 자연되어 재발하거나 장기간 인체영향을 일으킬 가능성이 낮습니다. 반면 심한 노출인 경우에는 수 시간 동안에도 증상이 악화될 수 있습니다.

5. 염소에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

혈액이나 소변에서 염소를 검출함으로써 염소 노출 여부를 확정 할 수는 있지만 이는 일반적으로 의사에게 유용한 검사는 아닙니다. 심각하게 노출되었을 때는 혈액, 소변 분석과 다른 검사들을 통해 폐, 뇌와 심장이 손상을 입었는지를 밝혀줄 수 있습니다. 모든 경우에 검사가 필요하지는 않습니다.

6. 염소에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건 센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발현되는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우:

- ▶ 호흡 곤란, 짧아진 호흡 또는 천명음(호흡시 "쌉쌉" 거리는 소리)
- ▶ 쉼 목소리, 고음톤의 음성, 또는 말하기 어려움
- ▶ 가슴 통증 또는 압박감
- ▶ 피부 변화, 진물, 또는 피부화상 부위의 통증증가
- ▶ 노출된 눈 부위에서의 통증 및 분비물 증가

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____

☞ 의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (_____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약

(_____) 응급실 / 클리닉, (____)월/(____)일, AM/PM (_____)

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] (____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안 됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안 됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 : _____

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. : _____

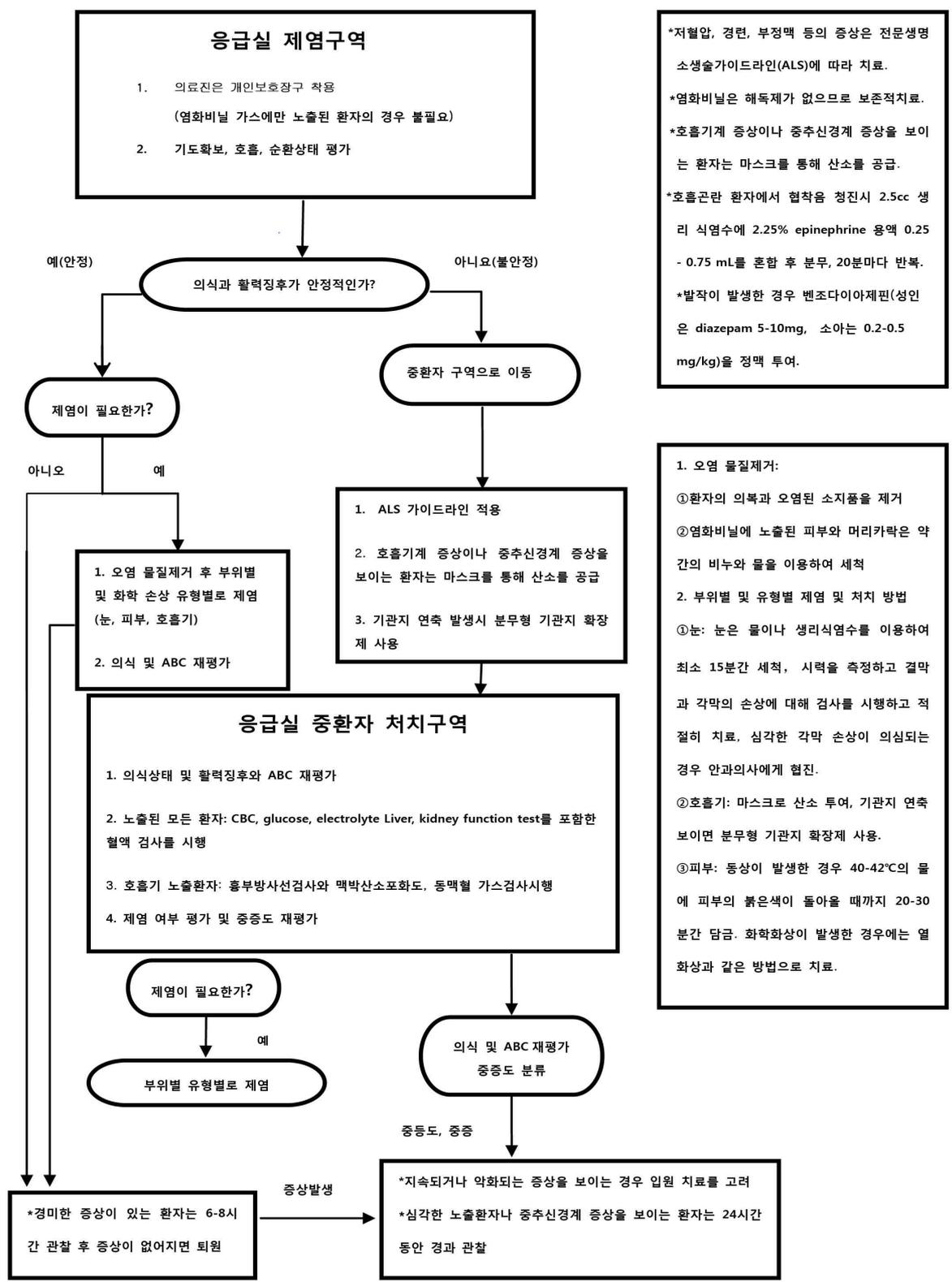
다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____

6. 염화비닐

1) 알고리즘



2) 응급실 처치 매뉴얼

[염화비닐 노출 환자 일반 처치]

1. CBC, glucose, electrolyte, Liver, kidney function test를 포함한 혈액검사를 시행한다.
2. 호흡기 증상이 있는 경우 흉부 방사선 검사와 맥박 산소포화도 또는 동맥혈 가스검사를 시행한다.
3. 중환자는 정맥로를 확보하고 심장리듬을 지속적으로 모니터 한다.
4. 혼수, 저혈압, 경련, 부정맥 등의 증상은 기존의 방식으로 치료한다.
5. 발작 증상이 발생한 경우 벤조디아제핀 (성인은 diazepam 5~10mg, 소아는 0.2~0.5mg/kg)을 정맥 투여한다.
6. 염화비닐은 해독제가 없으므로 보존적으로 치료한다.

[피부, 눈 노출 환자의 처치]

1. 환자의 의복과 오염된 소지품은 즉시 제거해야 한다.
2. 노출된 피부와 머리카락은 약간의 비누와 물을 이용하여 세척한다.
3. 눈은 물이나 생리식염수를 이용하여 최소 15분간 세척한다.
4. 시력을 측정하고 결막과 각막의 손상에 대해 검사를 시행한다.
5. 콘택트렌즈는 추가 손상 없이 쉽게 제거 가능할 경우 제거한다.
6. 동상이 발생한 경우 40~42°C의 물에 피부의 붉은 색이 돌아올 때까지 20~30분간 담가야 한다.
7. 화학 화상은 열화상과 같은 방법으로 치료한다.

[호흡기 노출 환자의 처치]

1. 호흡기계 증상이나 중추신경계 증상을 보이는 환자는 마스크를 통해 산소를 공급해야 한다.
2. 기관지 연축을 보이는 경우 분무형 기관지 확장제를 사용하여 치료한다.
3. 협착음을 보이는 소아는 에피네프린 분무를 고려한다.
(2.25% 에피네프린 0.25~0.75mL를 2.5cc 증류수에 희석한 용액으로 시행, 필요시 20분마다 반복하며 심근의 반응에 주의한다.)

3) 응급실 대응 리스트

1) 일반적 특성 및 독성 작용

- 염화비닐(Vinyl Chloride)은 유기 할로젠 화합물에 속하는 무색의 가연성 물질이며 폴리 염화비닐(PVC)을 만드는데 원료로 사용된다.
- 염화비닐의 분자식은 C_2H_3Cl 이며 구조식은 $ClCH = CH_2$ 이고 분자량은 63이다.
- 염화비닐은 상온에서 무색이며 인화성이 높고 폭발성이 있는 기체이며 부드럽고 달콤한 향을 가지고 있다.
- 높은 온도로 가열되면 염화비닐은 염화수소, 일산화탄소, 이산화탄소, 포스겐으로 분해되어 자극적인 가스를 생성한다.
- 염화비닐은 휘발성이 있기 때문에 주로 흡입을 통해 인체에 노출되어 호흡기계에 자극을 유발할 수 있다. 흡입이나 경구 노출 이후에는 흡수되어 간에 의해 생체 활성화된다.
- 가압 상태에서는 액체 상태로서 피부나 눈에 동상을 일으킬 수 있다.
- 염화비닐이 기체 상태로 피부에 흡수되는 양은 매우 미미하며 실온에서는 가스 상태이기 때문에 염화비닐의 직접적인 섭취는 어렵다.
- 염화비닐의 대사물질은 인간에서 암을 발생시키는 발암물질이며 폐, 소화기, 혈액암, 간 혈관육종, 지단골유해증 등과 관련이 있는 것으로 알려져 있다.
- 고농도의 염화비닐가스에 단시간 노출될 경우에도 중추신경계 및 호흡기계 억제 증상으로 인해 사망에 이를 수 있다.

2) 응급실 처치

[제 염 (Basic decontamination)]

- (1) 오직 염화비닐 가스에만 노출된 환자들은 의료진들에게 이차적인 오염 위험이 없으므로 의료진은 방호복이나 보호 장구 착용이 필요하지 않다.
- (2) 피부와 의복이 액화 염화비닐에 노출된 환자들은 직접 접촉이나 증기로 인해 의료진을 오염시킬 수 있다.
 - 염화비닐 가스에 노출될 위험이 있는 의료진은 양압 공기 흡입기(self-contained breathing apparatus)를 착용해야 하고, 고압 상태의 염화비닐 가스나 액체와 접촉할 가능성이 있는 의료진은 피부 보호를 위해 화학물질 방호복(Chemical-protective clothing)을 착용해야 한다.
- (3) 환자의 의복과 오염된 소지품은 즉시 제거해야 한다.

- (4) 동상을 입은 피부와 눈은 주의해서 다루어야 한다.
- (5) 염화비닐에 노출된 피부와 머리카락은 약간의 비누와 물을 이용하여 조심스럽게 세척한다.
 - 샤워 기구를 이용하는 것이 좋다.
 - 소아나 노인을 세척하는 경우에는 저체온증의 발생에 주의해야 하고 이를 방지하기 위해 담요나 워머를 사용할 수 있다.
- (6) 염화비닐에 노출되거나 자극 증상이 있는 눈은 물이나 생리식염수를 이용하여 최소 15분간 세척한다.
- (7) 콘택트렌즈는 추가 손상 없이 쉽게 제거 가능할 경우 제거한다.
- (8) 통증이 있거나 신체 손상이 있는 환자는 세척을 지속하면서 중환자 처치 구역으로 이송한다.

[General Management]

- (1) 충분히 오염제거가 된 후에는 기존의 A, B, C 평가와 조치를 한다.
 - 기도를 확보하고 호흡, 순환상태를 평가한다.
 - 외상이 의심되는 환자는 경추를 고정하고 척추 보호대를 적용한다.
 - 중환자는 정맥로를 확보하고 심장리듬을 지속적으로 모니터 한다.
 - 혼수, 저혈압, 경련, 부정맥 등의 증상은 기존의 방식으로 치료한다.
 - ▶ 염화비닐은 해독제가 없으므로 보존적으로 치료한다.
- (2) 노출된 모든 환자는 CBC, glucose, electrolyte, Liver, kidney function test를 포함한 혈액검사를 시행한다.
 - 호흡기 노출환자는 흉부 방사선 검사와 맥박 산소포화도 또는 동맥혈 가스검사를 시행한다.
 - 염화비닐은 호흡을 통해 빠르게 체내에서 배출되고 주요 대사산물과 티오디글리콜산(thiodiglycolic acid)은 소변을 통해 배출된다.
 - 급성 노출 시에 염화비닐의 호흡 농도와 소변 농도 검사는 임상적으로 유용하지 않다.
- (3) 고농도의 염화비닐에 노출 될 경우 두통, 어지럼증, 의식변화 등의 중추 신경계 증상과 호흡 억제가 발생 할 수 있다.

- 급성 노출 후 중추신경계 및 호흡 억제 증상에 대해 모니터 해야 한다.
- 호흡기계 증상이나 중추신경계 증상을 보이는 환자는 마스크를 통해 산소를 공급해야 한다.
- 발작 증상이 발생한 경우 벤조디아제핀(benzodiazepine)을 정맥 투여한다.
(성인은 diazepam 5~10mg, 소아는 0.2~0.5mg/kg 투여한다.)
- 기관지 연축을 보이는 경우 분무형 기관지 확장제를 사용하여 치료한다.
- 염화비닐은 에피네프린에 대한 심근 반응의 역치를 낮추어 부정맥 발생의 위험을 증가시키므로 모든 카테콜라민(catecholamines)은 최소한의 용량을 사용해야 한다.
- 협착음을 보이는 소아는 에피네프린 분무를 고려한다.
(2.25% 에피네프린 0.25~0.75mL를 2.5cc 증류수에 희석한 용액으로 시행한다. 필요시 20분마다 반복하며 심근의 반응에 주의한다.)

(4) 염화비닐 가스 또는 액체와 접촉 시에 피부에 동상이나 화학 화상이 발생할 수 있다.

- 동상이 발생한 경우 40~42°C의 물에 피부의 붉은 색이 돌아올 때까지 20~30분간 담가야 한다.
- 화학 화상이 발생한 경우에는 열화상과 같은 방법으로 치료한다.

(5) 눈에 노출된 경우 적절한 세척이 이루어졌는지 확인한다.

- 시력을 측정하고 결막과 각막의 손상에 대해 검사를 시행하고 적절히 치료한다.
- 결막염 및 각막 화상이 발생할 수 있다. 심각한 각막손상이 의심되는 경우 안과의사에게 협진해야 한다.

[Disposition & follow-up]

(1) 지속되거나 악화되는 증상을 보이는 경우 입원 치료를 고려해야 한다.

- 대량의 염화비닐에 노출 된 경우 수일 후에 간 손상이 발생할 수 있다.
- 심각한 노출 환자나 중추 신경계 증상을 보이는 환자는 24시간동안 관찰해야 한다.

(2) 의식변화나 호흡곤란의 증상이 없는 환자는 퇴원 할 수 있다.

- 중추신경계 증상을 보이는 환자는 증상이 호전되더라도 하룻밤 동안 경과 관찰해야 한다.
- 초기에 경미한 증상이 있는 환자는 6~8시간 관찰 후 증상이 없어지면 퇴원할 수 있다.
(이런 환자는 휴식을 권유하고 증상 발생 시 재 내원 할 것을 교육해야한다.) ▶ 염화비닐 환자 후속지침 참조

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 염화비닐에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 염화비닐이란 무엇입니까?

염화비닐은 상온에서 무색이며 부드럽고 달콤한 향을 가지고 있습니다. 염화비닐은 특수 컨테이너안의 고압 환경에서 액체 상태로 조작되고 운반되며, 자동차 부품, 가구, 건축자재에 사용되는 플라스틱 물질인 폴리염화비닐(PVC)을 만드는데 사용됩니다.

2. 염화비닐 노출에 의해 즉시 발생할 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

염화비닐 가스를 흡입할 경우 불면증이나 어지럼증이 발생할 수 있고 의식소실이 발생할 수도 있습니다. 고압 액체 상태의 염화비닐이 누출되어 피부나 눈에 접촉할 경우 자극 증상이나 동상을 유발할 수 있습니다.

3. 염화비닐 중독은 치료 될 수 있습니까?

염화비닐은 해독제가 없습니다. 그러나 증상이 발생한 경우 치료 할 수 있으며 노출된 대부분의 사람들이 완전히 회복됩니다. 대량의 염화비닐 가스를 흡입한 경우 입원 치료가 필요 할 수 있습니다.

4. 향후 건강에 영향이 발생할 수 있습니까?

단일 소량 노출에 의해 발생한 증상이 빠르게 회복된 사람들은 증상이 지연되어 발생하거나 장기간 인체에 영향을 일으킬 가능성은 거의 없습니다. 염화비닐에 수년간 노출될 경우 간, 신경계, 피부에 영향을 미칠 수 있습니다. 장기간 노출로 간암이 발생하는 경우는 드뭅니다.

5. 염화비닐에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

호흡을 통한 염화비닐 검사와 소변에서 염화비닐 대사 물질을 측정하는 방법이 사용될 수 있지만 노출 후 단기간에만 사용할 수 있고 일반적으로 도움이 되지 않습니다. 심각한 노출이 발생한 경우 혈액 검사를 포함한 여러 검사가 간이나 다른 장기에 손상이 발생하였는지 아는데 도움을 줄 수 있습니다. 그러나 모든 노출 환자에서 검사가 필요한 것은 아닙니다.

6. 염화비닐에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.
24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발생하는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우 :

- ▶ 어지럼증, 지남력 장애, 졸림, 두통
- ▶ 호흡곤란
- ▶ 피부나 눈의 화끈거림
- ▶ 구역감 또는 식욕 저하

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.
[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____
☎ 의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (_____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

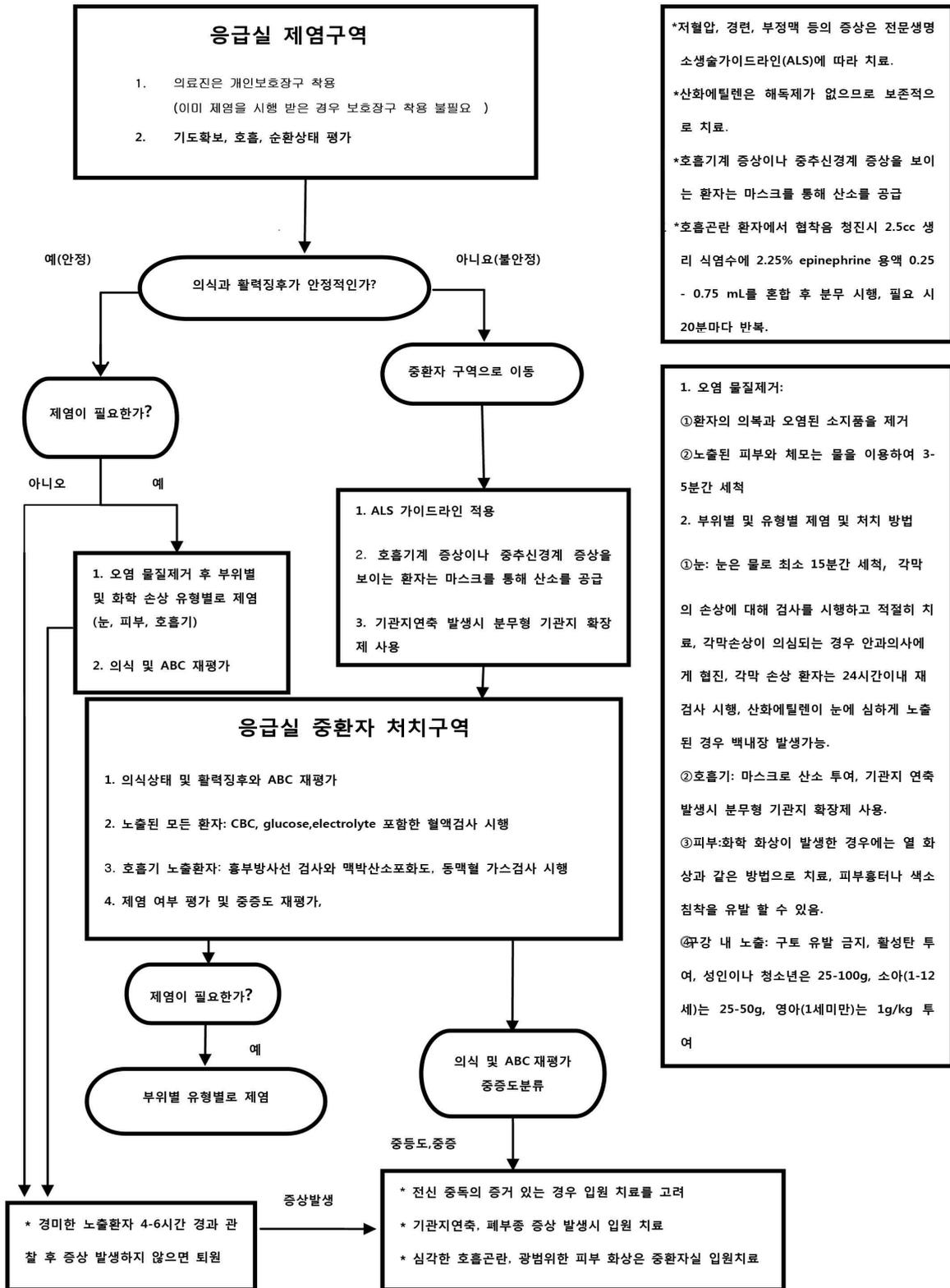
- [] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약
(_____) 응급실 / 클리닉, (____)월/(____)일, AM/PM (_____)
- [] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.
- [] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.
- [] (____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.
- [] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.
- [] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안 됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.
- [] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안 됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.
- [] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 : _____
- [] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. : _____

다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____
의사 서명 : _____ 날짜 : _____

7. 산화에틸렌

1) 알고리즘



2) 응급실 처치 매뉴얼

[산화에틸렌 노출 환자 일반 처치]

1. CBC, glucose, electrolyte를 포함한 혈액검사를 시행한다.
2. 호흡기 노출 환자는 흉부 방사선 검사와 맥박 산소포화도 또는 동맥혈 가스검사를 시행한다.
3. 혼수, 저혈압, 경련, 부정맥 등의 증상은 기존의 방식으로 치료한다.
4. 산화에틸렌 급성 중독은 중추 신경계 억제나 자극 증상에 기초하여 임상적으로 진단한다.
5. 산화에틸렌은 해독제가 없으므로 보존적으로 치료한다.

[피부, 눈 노출 환자의 처치]

1. 노출된 피부와 체모는 물을 이용하여 3~5분간 세척한다.
2. 눈 부위 노출 시 물로 최소한 15분간 씻어내야 한다. 각막의 손상에 대해 검사를 시행하고 적절히 치료한다.
3. 화학 화상이 발생한 경우에는 열화상과 같은 방법으로 치료한다.
4. 피부에 동상이 발생한 경우에는 40~42°C의 물에 피부의 붉은 색이 돌아올 때까지 20~30분간 담가야 한다.

[호흡기 노출 환자의 처치]

1. 호흡기계 증상이나 중추신경계 증상을 보이는 환자는 마스크를 통해 산소를 공급해야 한다.
2. 기관지 연축을 보이는 경우 분무형 기관지 확장제를 사용하여 치료한다.
3. 협착음을 보이는 소아는 에피네프린 분무를 고려한다.
(2.25% 에피네프린 0.25~0.75 mL를 2.5 cc 증류수에 희석한 용액으로 시행)

[구강 내 노출 환자의 처치]

1. 구토를 유발해서는 안 된다.
2. 활성탄의 투여가 도움이 될 수 있다.
(성인이나 청소년은 25~100g, 소아(1~12세)는 25~50g, 영아(1세미만)는 1g/kg 투여)

3) 응급실 대응 리스트

I. 일반적 특성 및 독성 작용

- 산화에틸렌(Ethylene Oxide)은 상온에서 무색의 기체로 상태로 존재하며 약간 달콤한 향을 가지고 있고 분자식은 C_2H_4O 이고 분자량은 44.05이다.
- 산화에틸렌은 에틸렌글리콜, 폴리에틸렌 등의 유기 화합물의 원료로 사용되며 계면활성제의 제조에 사용되기도 한다. 또한 병원에서 의료기기의 멸균 작업에 사용되기도 한다.
- 산화에틸렌 가스를 흡입할 경우 호흡기계 자극 증상이 발생 할 수 있고 중추신경계 억제 증상이 나타날 수 있다.
- 피부나 눈에 접촉할 경우 화상을 일으키거나 알레르기를 유발할 수 있으며 발암 물질로 알려져 있다.
- 고농도의 산화에틸렌 가스 흡입 시에는 폐부종, 폐기종 등이 발생 할 수 있으며 구역, 구토, 복통 등의 증상도 유발할 수 있다.

II. 응급실 처치

[제염(Basic decontamination)]

- (1) 산화에틸렌 가스에만 노출된 환자 중 이미 병원 전 단계에서 제염을 시행 받았으며 피부나 눈의 자극 증상이 없는 경우에는 별도의 제염 과정 없이 중환자 처치 구역으로 이송할 수 있다.
- (2) 산화에틸렌은 호흡기계와 피부에 심한 자극제이며 중추 신경계 억제나 손상을 유발 할 수 있다.
 - 많은 양의 산화에틸렌에 노출된 경우 대응 의료진은 호흡기 보호를 위해 양압 공기 흡입기(self-contained breathing apparatus)를 착용해야 한다.
 - 환자의 피부나 의복이 산화에틸렌 용액에 젖어있는 경우 대응 의료진들은 화학물질 방호복(예: Tyvek 또는 saranex 등) 또는 부틸 고무 재질의 앞치마, 고무장갑, 눈 보호 장구를 착용해야 한다.
- (3) 환자가 이미 제염을 시행 받은 경우 대응 의료진들은 방호복나 보호구를 착용하지 않아도 된다.
- (4) 피부를 물로 세척하는 동안 오염된 의복을 신속하게 제거한다.
 - 노출된 피부와 체모는 물을 이용하여 3~5분간 세척한다.
 - 샤워 기구를 사용하는 것이 좋다.

- 소아와 노인을 제염하는 경우 저체온증의 발생에 주의해야 하고 이를 방지하기 위해 담요나 워머를 사용할 수 있다.

(5) 눈 부위 노출 시에는 물을 이용하여 최소한 15 분간 씻어내야 한다.

- 콘택트렌즈는 눈의 추가 손상 없이 쉽게 제거 가능할 경우 제거한다.
- 안검 경련의 증상 완화를 위해 tetracaine과 같은 안과용 마취제를 사용 할 수 있고, 눈꺼풀 아래의 적절한 세척을 위해 안검 견인기를 사용할 수 있다.
- 부식성 물질에 의한 손상이 의심되는 경우 또는 통증이 지속되거나 눈 손상의 증거가 있는 경우에는 세척을 지속하면서 중환자 처치 구역으로 이송한다.

[General Management]

(1) 충분히 오염제거가 된 후에는 기존의 A, B, C 평가와 조치를 한다.

- 기도를 확보하고 호흡, 순환상태를 평가한다.
- 외상이 의심되는 환자는 경추를 고정하고 척추 보호대를 적용한다.
- 중환자는 정맥로를 확보하고 심장리듬을 지속적으로 모니터 한다.
- 혼수, 저혈압, 경련, 부정맥 등의 증상은 기존의 방식으로 치료한다.
- ▶ 산화에틸렌은 해독제가 없으므로 보존적인 방법으로 치료한다.

(2) 호흡기계 증상이나 중추신경계 증상을 보이는 환자는 마스크를 통해 산소를 공급해야 한다.

- 기관지 연축을 보이는 경우 분무형 기관지 확장제를 사용하여 치료한다.
- 복합 화학 물질에 노출된 경우 기관지 확장제를 사용할 때 부작용이 발생할 수 있다.
- 기관지 확장제를 선택할 때 환자의 심근 건강 상태를 고려해야 한다.
- 산화에틸렌 중독이 기관지 확장제나 심장에 민감한 약물을 사용할 때 부가적인 위험을 증가시키는지에 대해서는 알려져 있지 않다.
- 산화에틸렌 가스에 심각한 호흡 노출이 발생한 환자는 추후 만성 폐질환이 발생할 수 있다.

(3) 협착음을 보이는 소아는 에피네프린 분무를 고려한다.

- 2.25% 에피네프린 0.25~0.75mL를 2.5cc 증류수에 희석한 용액으로 시행한다. (필요시 20분마다 반복하며 심근의 반응에 주의한다)

(4) 산화에틸렌이 피부에 접촉 시 화학 화상이 발생할 수 있다.

- 화학 화상이 발생한 경우에는 열화상과 같은 방법으로 치료한다.
- 산화에틸렌이 피부에 노출된 경우 피부염과 피부 화상을 유발시켜 피부에 흉터나 색소 침착을 유발할 수 있다.
- 피부에 동상이 발생한 경우에는 40~42°C의 물에 피부의 붉은 색이 돌아올 때까지 20~30 분간 담가야 한다.

(5) 눈에 노출된 경우 적절한 세척이 이루어졌는지 확인한다.

- 각막의 손상에 대해 검사를 시행하고 적절히 치료한다.
- 각막 손상이 있는 경우 즉시 안과의사에게 협진해야 한다.
- 산화에틸렌이 눈에 심하게 노출된 경우 백내장이 발생할 수 있다.
- 각막손상이 발생한 환자는 24시간 이내에 재검사해야 한다.

(6) 산화에틸렌의 구강 내 노출은 드물다. 활성탄의 투여가 도움이 될 수 있다.

- 산화에틸렌 용액의 휘발성과 매우 높은 반응도로 인해 구토를 유발해서는 안 된다.
- 산화에틸렌이 구강 내 노출 된 경우에는 활성탄(activated charcoal)을 성인이나 청소년은 25~100g, 소아(1~12세)는 25~50g, 영아(1세미만)는 1g/kg 투여한다.

(7) 산화에틸렌 급성 중독은 중추 신경계 억제나 자극 증상에 기초하여 임상적으로 진단한다.

- 노출된 모든 환자는 CBC, glucose, electrolyte를 포함한 혈액검사를 시행한다.
- 추가 검사로 신기능 검사, 간기능 검사를 시행할 수 있다.
- 중증 호흡기 노출 환자는 흉부 방사선 검사와 맥박 산소포화도 또는 동맥혈 가스검사를 시행한다.

[Disposition & follow-up]

(1) 노출 경로에 상관없이 전신 중독의 증거가 있는 환자는 입원 치료를 고려한다.

- 심각한 호흡곤란 증상이나 광범위한 피부 화상이 있는 환자는 중환자실에서 입원 치료해야 한다.
- 신경학적 증상 또는 호흡기 증상이나 징후는 급성 노출 후 72시간까지 나타나지 않을 수 있기 때문에 심각한 노출이 의심되는 환자는 지속적으로 관찰하면서 주기적으로 검사해야 한다.
- 기관지 연축 또는 폐부종의 증상이 있는 환자는 입원하여 호흡부전의 징후가 있는지 주의 깊게 관찰하면서 적절히 치료해야 한다.

(2) 산화에틸렌에 경미한 노출 후 무증상인 환자는 4~6 시간 동안 경과 관찰 후 증상이 발생하지 않으면 퇴원할 수 있다.

- 퇴원 시에는 증상 발생할 경우 재내원 할 것을 교육해야 한다.

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 산화에틸렌에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 산화에틸렌이란 무엇입니까?

산화에틸렌은 10.5°C 이하에서는 무색의 액체 상태이며 상온에서는 무색의 가스 상태로 존재합니다. 산화에틸렌은 병원 물품이나 화장품의 소독이나 멸균에 사용되고 담배, 모피, 침구류 등의 훈증제로 사용되기도 하며 그 외 여러 화학물질과 부동액을 만드는 공정에도 사용됩니다. 높은 농도의 산화에틸렌은 달콤하고 에테르(ether)와 비슷한 냄새를 가질 수 있습니다. 그러나 산화에틸렌은 냄새가 거의 안 나는 매우 낮은 농도에서도 위험한 노출이 발생할 수 있습니다.

2. 산화에틸렌 노출에 의해 즉시 발생할 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

대부분의 산화에틸렌 노출은 호흡기를 통해 발생합니다. 적은 양의 산화에틸렌에 노출되어도 눈이나 코, 목에 자극 증상을 유발할 수 있습니다. 심각한 노출이 발생하면 심한 호흡 곤란, 피부 화상, 전신 쇠약, 경련, 혼수까지도 발생할 수 있습니다. 일반적으로 노출 정도가 심할수록 더 심한 증상이 발생합니다.

3. 산화에틸렌 중독은 치료 될 수 있습니까?

산화에틸렌은 해독제가 없습니다. 그러나 증상이 발생한 경우 치료할 수 있으며 노출된 대부분의 사람들이 완전히 회복됩니다. 산화에틸렌에 심각한 노출이 발생한 경우 입원 치료가 필요할 수 있습니다.

4. 향후 건강에 영향이 발생할 수 있습니까?

단일 소량 노출에 의해 발생한 증상이 빠르게 회복된 사람들은 증상이 지연되어 발생하거나 장기간 인체에 영향을 일으킬 가능성은 거의 없습니다. 심한 노출이 발생한 경우에 12시간 이내에 증상이 발생하지 않을 수도 있습니다.(환자 후속지침 참조) 산화에틸렌은 혈액암을 유발할 수 있는 물질로 추정되고 있으며, 산모가 임신 중에 산화에틸렌에 반복적으로 심하게 노출된 경우 영아의 선천성 기형을 유발할 수 있습니다.

5. 산화에틸렌에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

혈액과 소변에서 산화에틸렌을 측정하는 방법은 일반적으로 도움이 되지 않습니다. 만약 심각한 노출이 발생한 경우에는 혈액과 소변을 통한 산화에틸렌의 농도 측정과 다른 여러 검사가 혈액, 심장, 폐, 간, 신장 등의 장기 손상 여부를 아는데 도움이 될 수 있습니다. 그러나 노출된 모든 경우에 검사가 필요한 것은 아닙니다.

6. 산화에틸렌에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발생하는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우 :

- ▶ 호흡곤란, 가쁜호흡, 흉통
- ▶ 안구의 통증이나 분비물
- ▶ 피부의 발적이나 통증, 피부 화상부위에서 고름과 같은 분비물
- ▶ 발열
- ▶ 팔이나 다리의 무력감, 감각이상
- ▶ 졸림, 피로, 두통
- ▶ 복통, 구토나 설사

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____

☎ 의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (_____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약

(_____) 응급실 / 클리닉, (____)월/(____)일, AM/PM (_____)

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] (____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안 됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안 됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 : _____

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. : _____

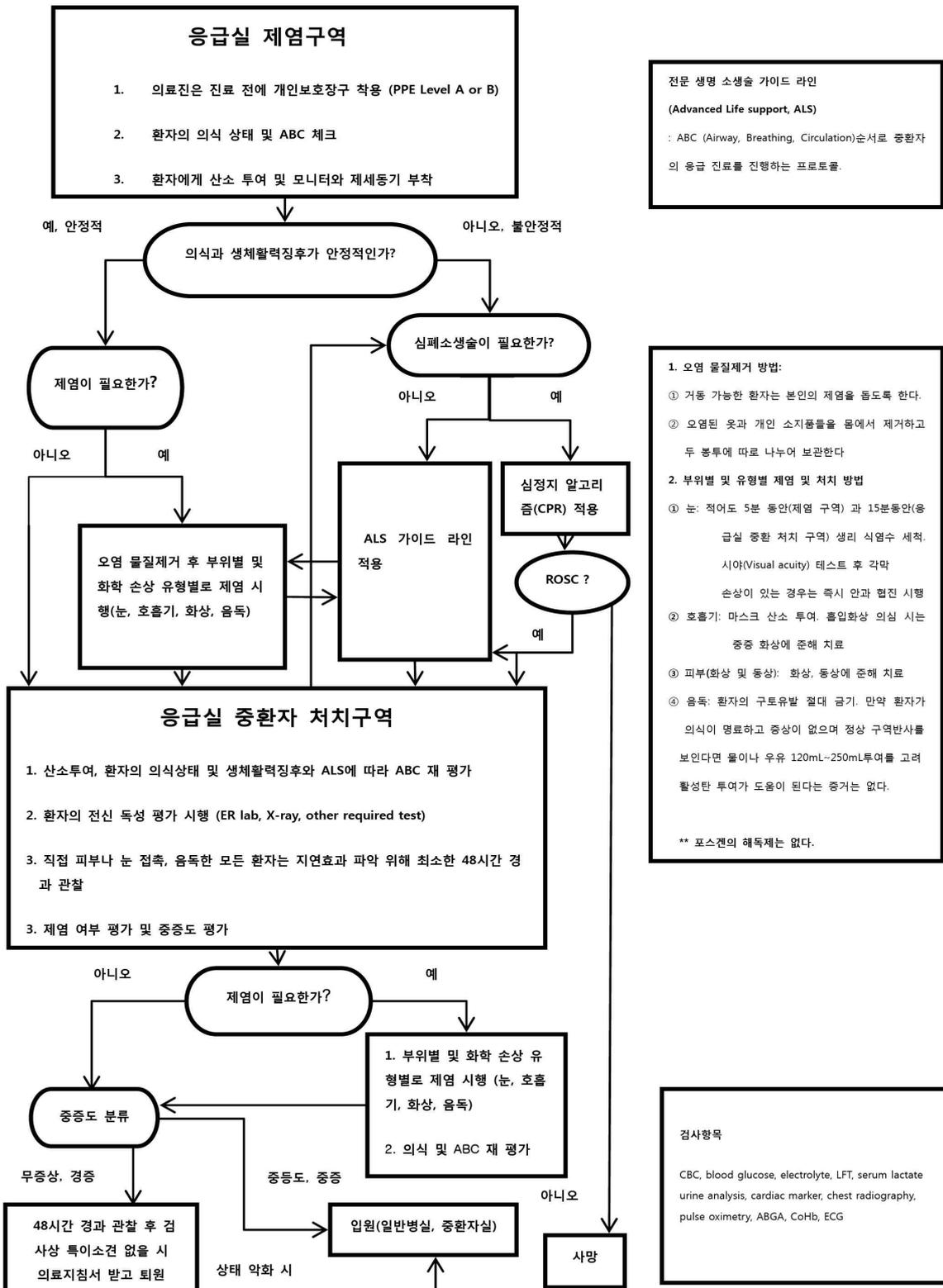
다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____

8. 포스겐

1) 알고리즘



2) 응급실 처치 매뉴얼

[호흡기 노출 환자의 처치]

1. 산소 공급, 흉부방사선 검사, 산소 포화도 측정.
호흡기계 증상을 호소하는 모든 환자는 입원치료를 권고하도록 한다.
2. 기관지 연축을 보이는 환자는 분무형 기관지 확장제를 사용한다.
협착음을 보이는 소아는 라세믹 에피네프린 분무를 고려한다.
(0.25-0.75 mL의 2.25 %의 에피네프린을 2.5 cc의 증류수에 희석한 용액)
3. 지속적인 호흡기계 자극현상은 기관지 경련, 폐포의 파괴 및 염증반응을 일으켜 화학적 자극에 의한 기관지 확장증, 무기폐, 폐렴, 폐부종을 동반하며 RADS(Reactive Airway Dysfunction Syndrome) 와 chemically or irritant- induced type of Asthma 로 이어질 수 있다. 이러한 경우 의료진은 정맥라인을 통해 corticosteroid 주사를 고려해 볼 수 있다. 이노제 투여는 금기로 되어 있다. 포스겐 흡입으로 인한 폐부종 발생은 원래 hypervolemic state가 아니라 모세혈관 투과성 증가에 의한 것이며 오히려 hypovolemic and hypotensive state에 가깝기 때문에 이노제의 투여는 오히려 환자의 상태를 더욱 악화시킬 수 있으므로 주의해야 한다.

[소화기 노출 환자의 처치]

상온에서 포스겐은 가스형태로 존재하기 때문에 섭취 형태의 포스겐 노출은 거의 없다고 볼 수 있다. 그러나 포스겐 액이 물에 방출되는 경우, 사용자가 터치 또는 포스겐 포함 식수에 의해 노출될 수 있다. 또한 포스겐 액체 식품과 접촉하는 경우, 사람들은 오염된 식품을 섭취함으로써 노출될 수 있다.

1. 환자가 의식이 있고 삼킬 수 있는 경우 물이나 우유 120~250 mL 경구 투여.
2. 과량의 포스겐 액 섭취 환자의 경우 출혈성 위장관 염증병변과 소화기관의 부식성 손상 정도를 평가하기 위한 내시경 시행 고려.
3. 입으로는 아무것도 투여하지 않는다.

[눈 노출 환자의 처치]

많은 양에 노출되면 각막의 혼탁이나 염증반응, 심할 경우 일시적인 실명, 각막의 꺾양 까지도 일으킬 수 있다.

1. 물이나 생리 식염수로 적어도 15분간 세척해야 한다.
2. 안구용 마취제 0.5% tetracaine 점적으로 안구자극 증상을 경감시켜 줄 수 있다.
3. 각막의 혼탁이나 염증반응이 있는 환자는 반드시 24시간 이내에 안과적 재검진을 시행해서 안과적 손상의 진행여부를 확인해야 한다.
4. 붕대로 눈을 덮지 않아야 한다. 필요한 경우, 어둡거나 불투명 한 고글을 사용한다.

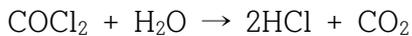
[피부 노출 환자의 처치]

1. 가능한 한 빨리, 비누와 다량의 물로 피부에서 액체 포스겐을 씻는다.
2. 습기 찬 환경이나 물기가 있는 피부에 포스겐 가스가 노출되면 피부 자극 증상과 함께 피부홍반을 동반할 수 있다. 압력 하에 직접적인 액체 상태로 노출이 되면 동상을 입을 수 있으며 피부의 심한 부식성 자극현상을 일으킬 수 있다.
3. 피부로의 심한 노출로 폐혈전증, 폐부종까지 이어질 수 있다.
4. 가벼운 피부 화상 환자도 24 시간 이내에 피부과적 재검진을 시행하는 것이 좋다.
5. 액체에 노출이 의심되는 경우, 피해자는 모든 옷을 벗고 비누와 물로 피부를 씻어내야 한다. 샤워 영역을 사용할 수 있는 경우, 혼자 물에 샤워를 하는 것이 적절하다. 그러나, 물이 부족하고, 샤워기를 이용할 수 없는 경우, 오염 제거의 다른 형태는 0.5 % 차아염소산 나트륨 용액 또는 분말, 활석 가루, 또는 백토 등의 흡착제 분말을 사용하는 것이다. 단지 증기에 노출된 특정 경우, 외부 의복을 제거하고 비누와 물 또는 차아염소산 나트륨의 0.5 % 용액으로 세척한다.
6. 피부 병변은 치료에 몇 달이 걸릴 수 있다는 점을 숙지해야 한다. 감염의 징후가 있을 때는 전신 항생제를 사용을 고려한다.

3) 응급실 대응 리스트

(1) 기본정보

일산화탄소와 염소가스를 활성탄 위에서 60~150°C로 가열하여 얻은 무색의 유독성 기체이다. 대표적인 자극성 냄새가 있는 질식성 독가스로서 사망에까지 이르게 한다. 현재는 합성수지, 고무, 합성섬유(폴리우레탄), 도료, 의약, 용제 등의 원료로 사용된다. 클로로포름·사염화탄소 등이 산화될 때에도 생성된다. 포스겐(Phosgene, CG)은 화학식 COCl_2 을 가지는 물질로 설익은 옥수수냄새나 갓 벤 풀냄새가 난다. 분자량 98.9, 끓는점 7.84°C, 녹는점 -128°C 비중 1.435(측정 온도 0°C)이다. 물에는 서서히 작용하여 염산과 이산화탄소로 가수 분해된다.



반응성이 좋은 물질로, 수산화알칼리, 금속산화물, 암모니아, 아민 등 여러 물질과 반응한다.

1812년 영국의 화학자 존 데이비에 의하여 일산화탄소와 염소가스를 활성탄 위에서 가열하여 얻었고, 현재도 이 방법으로 제조된다. 제1차 세계대전 때 실전에 투입한 대표적인 질식성 독가스중 하나로 영국과 독일이 양측을 향해 다량의 포스겐을 뿌렸고 피부에 닿으면 몇 분에서 몇 시간 사이에 물집, 고름이 생기며, 포스겐과 세포속의 물이 반응하여 몸속에서 염산이 만들어져 피부가 타거나 녹아내리게 된다.

흡입 시에는 포스겐이 폐 속으로 들어가 염산과 물을 만들어낸다. 흡입에 의한 기침, 호흡 곤란 등의 급성 증상을 나타내며, 몇 시간 후에 저산소증을 동반한 폐 기능 저하, 폐부종을 일으켜 사망할 수 있다.

단지 포스겐 가스에만 노출된 사람은 2차적인 오염전파를 일으키지는 않는다. 하지만 8.2°C 이하에서 액체 상태로 변환된 포스겐에 의복이나 피부가 노출되어 오염을 일으킨 사람은 직접적인 접촉을 통해 2차적인 오염전파를 일으킬 수도 있다.

8.2°C 이하에서는 무색의 액체 상태로 존재하며 이 액체 상태로 접촉 시 동상을 일으킬 수 있다.

포스겐은 공기보다 무거우며 환기가 안 되는 장소이거나 낮은 저상의 위치, 밀폐된 공간에서는 질식을 일으킬 수 있다.

같은 양이 노출되었다고 가정할 때 성인보다는 소아에서 넓은 체표면적, 작은 키, 지면으로부터 가까운 근접성 때문에 중독 증상이 더 심하게 나타날 수 있다.

포스겐은 피부, 눈, 호흡기계, 심혈관계에 자극제로 작용하며 노출 후 잠깐 동안은 작은 자극현상을 일으킬 수 있지만 심각한 독성 증상이 발생할 수 있다. 통증과 세포 조직 파괴는 피부, 눈 및 점막과 접촉하면 즉시 발생한다. 포스겐은 빠르게 피부와 눈에서 흡수되어 전신 독성의 원인이 될 수 있다. 피부 노출의 LD (50)는 25mg/kg으로 추정된다. 눈에 접촉

하면 심한 통증, 결막염과 각막염의 원인이 될 수 있다. 포스겐의 직접 피부 노출은 즉각적인 통증과 홍반병변을 가져온다. 몇 십 분부터 몇 시간 후에 팽진 및 괴사가 발생할 수 있고 극심한 통증이 며칠 동안 지속될 수 있다. 피부를 통한 포스겐 흡수도 폐부종을 일으킬 수 있다는 보고가 있다.

흡입은 상부기도에 매우 자극적이며, 폐부종이 발생할 수 있다. 추정 LC₅₀ (흡입 노출 인구의 50%에 치명적인 농도 시간 시간의 곱)이 1,500 내지 2,000 mg분/m³ 이다.

지속적인 호흡기계 자극현상은 기관지 경련, 폐포의 파괴 및 염증반응을 일으켜 화학적 자극에 의한 기관지 확장증, 무기폐, 폐렴, 괴사성 세기관지염과 폐 혈전증, 폐부종의 원인이 될 수 있다. 심혈관계 영향으로는 혈장성분의 감소, 헤모글로빈 수치 상승, 용혈, 메트 헤모글로빈혈증, 골수기능 저하, 빈혈, 청색증, 혈압의 저하 등의 증상이 나타날 수 있다. 많은 양에 노출되었을 경우 포스겐은 직접적으로 간과 신장세포에 괴사를 일으켜 간과 신장기능의 저하를 가져온다.

포스겐은 아직까지는 발암물질로 분류되어 있지는 않다. 또한 노출되었을 때 비뇨생식기계나 발달 기형유발 물질로서의 영향에 대해서는 아직까지 연구결과가 부족하다.

(2) 세부적 대응 리스트

1. 대응 의료진들은 화학물질 방호복(예: Tychem 10000 또는 Teflon 등) 또는 부틸 고무 재질의 앞치마, 고무장갑(여러 겹의 라텍스 장갑), 눈 보호장구를 착용해야 한다.

2. 오염된 환자의 옷이나 개인 소지품은 빠르게 제거해야 한다.

노출된 피부와 체모는 3~5분 동안 물로 세척한다.

샤워 기구를 사용하는 것이 좋고 비누를 사용해서 전신을 깨끗이 씻어내도록 한다. 소아와 노인을 제염하는 경우 저체온증의 발생에 주의해야 한다. 많은 양에 노출된 환자에게는 따뜻하고 조용한 환경을 조성해 주어야 한다. 포스겐 노출 후 많은 움직임은 환자에게 악영향을 미칠 수 있다.

3. 눈 부위 노출 시 물이나 생리 식염수로 적어도 15분간 씻어내야 한다.

콘택트렌즈는 눈의 추가 손상 없이 쉽게 제거 가능할 경우 제거한다. 시력을 측정 하고 각막 손상에 대해 검사를 시행하고 적절히 치료한다. 심각한 각막손상을 보이는 환자는 즉시 안과의사에게 협진을 의뢰한다.

안검 경련의 증상 완화를 위해 0.5% tetracaine과 같은 안과용 마취제를 사용할 수 있고, 눈꺼풀 아래의 적절한 세척을 위해 안검 견인기를 사용할 수 있다.

4. 충분히 오염제거가 된 후에는 ABC의 평가와 조치를 한다.

기도를 확보하고 호흡, 순환 상태를 평가한다.

소아는 기도의 직경이 성인에 비해 더 작기 때문에 부식성 물질에 더 취약할 수 있다. 호흡곤란이 있는 경우 기관 삽관을 통해 기도를 확보하고 호흡을 보조해야 한다. 기관 삽관이 불가능할 경우에는 수술적인 기도확보를 시행해야 한다.

외상이 의심되는 환자에게는 경추고정과 백보드(back board)를 거치한다.

5. 노출된 모든 환자에서 CBC, glucose, 소변검사, 혈청 전해질을 포함한 혈액 검사를 시행한다.

호흡기계에 노출된 환자는 흉부방사선 검사와 ABGA (동맥혈 가스검사), 산소 포화도 측정을 한다.

6. 혼수, 저혈압, 쇼크, 경련, 심실성 부정맥을 보이는 환자는 ALS (Advanced Life Support) 프로토콜에 따라서 치료한다.

⇒ 중증 환자에서는 우선 정맥로를 확보하고 심장리듬 모니터를 시행한다.

⇒ 혈압이 80 mmHg 미만인 경우 성인은 1000 mL/hour 생리식염수(saline) 또는 링거젯산(lactated Ringer)용액을 정맥 내 투여한다. 수축기 혈압이 90 mmHg 이상인 경우에는 150~200mL/hours의 속도이면 충분하다. 관류 장애를 보이는 소아에서는 20 mL/kg의 생리 식염수를 10~20분 간 투여하고, 이후 2~3mL/kg/hours의 속도로 주입한다.

⇒ 필요시 도파민(dopamine) 2~20 μ g/kg/min 또는 노르에피네프린(norepinephrine) 0.1~0.2 μ g/kg/min을 주입한다.

7. 포스겐을 섭취한 경우 구토를 유발하지 않는다.

환자가 의식이 있고 삼길 수 있는 경우에만 물이나 우유 120~250 mL를 경구로 투여한다.

활성탄의 효능에 관한 자료는 없다.

8. 호흡기 증상을 보이는 환자는 마스크를 통해 산소를 공급해야 한다.

기관지 연축을 보이는 환자는 분무형 기관지 확장제로 치료한다.

협착음(stridor)을 보이는 소아는 라세믹 에피네프린 분무를 고려한다.

0.25~0.75 mL의 2.25 %의 라세믹 에피네프린을 2.5 cc의 증류수에 희석한 용액으로

시행한다. 필요시 20 분마다 반복한다.

흡입 노출로 인해 흉통, 가슴 압박감, 기침 등의 증상을 보이는 경우 지연성 기관지염, 폐렴, 폐부종, 호흡 부전이 발생할 수 있으므로 48시간 동안 주기적으로 검사하며 관찰해야 한다.

9. 피부에 액체 상태의 포스겐과 접촉한 경우 동상을 유발할 수 있다.

소아의 경우 체표면적 : 몸무게의 비율이 상대적으로 크기 때문에 피부를 통한 유독물질의 흡수에 더 취약하다.

10. 노출 경로에 상관없이 전신 중독의 증거가 있는 경우 입원치료를 고려해야 한다.

많은 양을 흡입한 경우 흡인성 폐렴 또는 간부전, 신부전이 발생할 수 있으므로 중환자실에 입원하여 관찰해야 한다.

11. 무증상 환자도 최소 48 시간 동안 관찰해야 한다.

이 기간 동안 아무런 증상이 나타나지 않을 경우 퇴원시킨다.

12. 포스겐의 해독제는 아직까지는 없다. 치료는 보존적 치료가 근간이 되며 특히 호흡기계나 심혈관계 기능이상 유무를 잘 살펴보아야 한다.

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 포스겐에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 포스겐이란 무엇입니까?

상온에서 무색의 가스 형태로 존재합니다. 고용량에서는 질식할 정도의 자극적인 냄새가 나며, 저용량일 때는 설익은 옥수수냄새나 갓 벤 풀냄새가 납니다. 포스겐(Phosgene, CG)은 화학식 COCl_2 을 가지는 물질로 분자량 98.9, 끓는점 7.84°C , 녹는점 -128°C 비중 1.435(측정 온도 0°C)이며, 물에는 서서히 작용하여 염산과 이산화탄소가수 분해됩니다. 포스겐은 염소를 포함하고 있는 다양한 화학물질의 제조과정이나 그 산화물에서 발생합니다.

2. 포스겐 노출에 의해 즉시 발생할 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

대부분의 포스겐 노출은 가스를 흡입함으로써 발생하게 됩니다. 낮은 농도에 단기간 노출되더라도 눈, 코, 목에 자극을 유발할 수 있습니다. 초기에 낮은 농도에서의 노출은 증상이 경미하거나 거의 없기에 사람들은 노출된 장소에 오랜 기간 동안 머무를 수 있습니다. 장기간 또는 고용량에 노출 될 경우 심한 호흡곤란, 저산소증에 의한 질식, 저혈압, 화학물질에 의한 폐렴, 폐부종, 무기폐가 발생할 수 있으며 호흡기계와 심혈관계의 심각한 손상이 동반될 경우 사망에 이를 수 있습니다.

주의할 점은 심각한 호흡기계 증상이 포스겐 노출 후 48시간 이후에 나타날 수 있으므로 반드시 48시간까지는 근접해서 환자를 관찰해야 합니다.

3. 포스겐 중독은 치료될 수 있습니까?

포스겐은 해독제가 없으나, 중독증상은 치료될 수 있고 노출된 대부분의 사람들은 특별한 문제가 없습니다. 심각한 노출 환자는 입원치료가 필요할 수 있습니다. 매우 농축된 가스나 액체에 직접 노출되어 호흡기계나 심혈관계 증상이 나타난 환자는 중환자실 입원치료가 필요할 수 있고, 장기적인 부작용이 나타날 수 있습니다.

4. 향후 건강상에 어떠한 영향이 발생할 수 있습니까?

단일 소량 노출에 의해 빠르게 회복된 사람들은 증상이 지연되어 발생하거나 장기간 신체 영향을 일으킬 가능성은 거의 없습니다. 특히 호흡기계 노출이 심한 환자는 향후 폐 감염에 취약할 수 있습니다. 노출이 발생한 후 호흡기손상이 나타나기 전에는 30분에서 48시간까지 어떠한 중독증상도 느낄 수 없는 잠복기가 있는데, 심한 중독일수록 잠복기는 짧습니다.

보건복지부 (DHHS), 국제암연구소 (IARC)와 EPA(Environmental Protection Agency)

는 포스겐을 발암물질로 분류하지 않고 있습니다. 포스겐 노출로 암이 발생할 수 있는지 여부와 비노생식기계나 발달기형유발 물질로서의 영향에 대해서는 아직까지 연구결과가 부족합니다.

5. 포스겐에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

혈액과 소변을 이용하여 포스겐 노출 검사를 시행할 수 있지만 검사 결과는 유용하지 않습니다. 만약 심각한 노출이 발생한 경우라면 혈액과 소변검사 및 흉부 방사선 검사, 심전도 및 다른 검사들이 폐 손상이나 심혈관계 이상, 그리고 전신 중독 증상의 발생 여부를 아는데 도움을 줄 수 있습니다. 그러나 노출 후 증상이 며칠 후에 나타날 수도 있으므로 포스겐 노출 환자에 대해서는 초기평가 후에 반드시 모든 환자에게 호흡기계나 심혈관계에 대한 추적 관찰이 필요합니다.

6. 포스겐에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발현되는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우

- ▶ 기침, 호흡 곤란 또는 잦아진 호흡
- ▶ 가슴 통증, 불규칙한 심박동
- ▶ 안구 통증 및 분비물 증가
- ▶ 피부 부위 수포, 발진이나 통증의 증가, 화농성 분비물이 발생하는 경우
- ▶ 발열
- ▶ 원인 불명의 졸림, 피로나 두통이 발생한 경우
- ▶ 복통이나 구토, 설사가 있는 경우

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____

의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (_____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약

(_____) 응급실 / 클리닉, (_____)월/(_____)일, AM/PM (_____)

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] (_____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안 됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 : _____

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. : _____

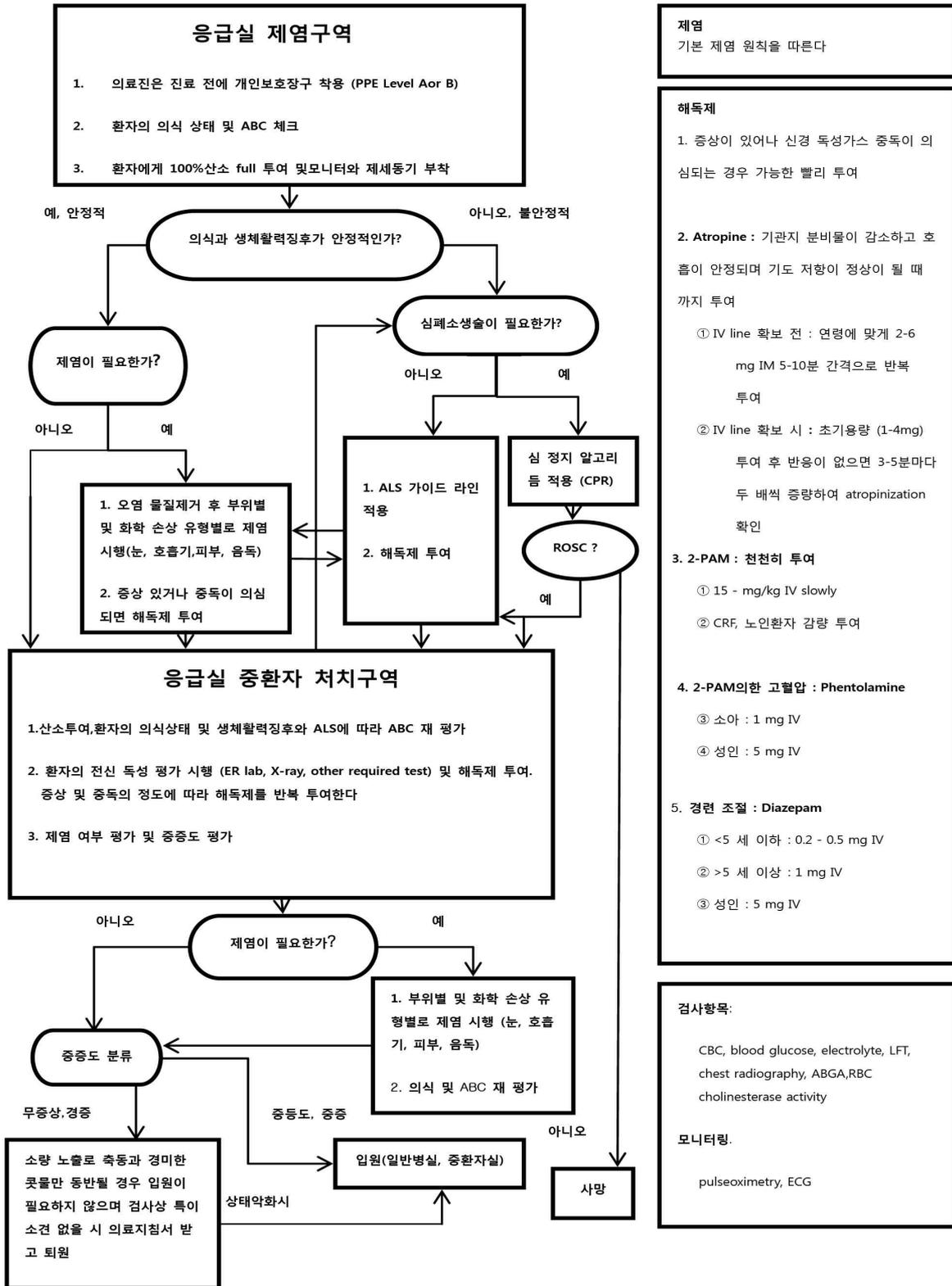
다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____

9. 신경 작용제

1) 알고리즘



2) 응급실 처치 매뉴얼

[신경 작용제 중독 환자의 치료 및 배치 원칙]

1. 신경 작용제인 사린, 소만, 타분, VX는 유기인산계 에스테르로 카르복실계 에스테라제 효소의 강력한 억제제이다. 주로 적혈구, 신경조직, 골격근에 분포하는 AChE와 결합하여 불활성화 시킴으로써 원래 효소의 기능인 아세틸콜린의 분해를 억제한다. 그 결과로 무스카린성 그리고 니코틴성 시냅스에서 아세틸콜린이 축적되어 콜린성 과다의 증상을 초래한다.
 - 1) 급성 노출시 증상 :
 - ▶ 독성이 강하여 노출 수분에서 수 시간 안에 호흡 부전으로 사망할 수 있다.
 - ▶ 중추성 증상 (CNS effect)
 - 과민, 불안, 피로, 기면, 수면 장애, 기억력 및 판단력 저하, 언어 장애
 - 고용량 노출 시 중추성 호흡저하, 경련, 혼수
 - ▶ 무스카린성 수용체 자극 증상 (Muscarinic effect)
 - 급성 콜린성 독성의 주된 임상양상
 - 서맥, 동공축소, 침흘림, 눈물, 기관지분비물 증가, 기관지수축, 구역, 구토, 설사, 복통 등
 - ▶ 니코틴성 수용체 자극 증상 (Nicotinic effects)
 - 섬유속연축(fasciculation), 근력저하, 마비
 - 니코틴성 수용체 자극 증상으로 빈맥, 고혈압 등이 동반될 경우 무스카린성 수용체 자극 증상을 가릴 수 있다
 2. 독성 물질은 노출 위험도가 낮으므로 낮은 레벨의 PPE (Level B ~D)를 사용할 수 있다. (예 : Tyvek 또는 Saranex 등) 또는 부틸(butyl) 고무 재질의 앞치마, 여러 겹의 라텍스 장갑, 눈 보호 장비 등을 착용한다.
 3. 제염 여부에 상관없이 환자가 의식이 없거나, 저혈압 이거나 경련이나 심장 부정맥을 보인다면 기존 전문생명소생술 (Advanced Life support, ALS)프로토콜에 따라 ABC(Airway, Breathing, Circulation) 순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
 4. 기도 호흡 맥박(ABC)을 평가하고 보조한다. 환자가 coma, 호흡 부전일 경우 또는 다량의 기관지 분비물 제거를 목적으로 기도를 확보하고 기관 삽관을 시행한다. 삽관이 불가능할 경우 수술적으로 기도를 확보한다. 이후 기관지 분비물을 suction을 통해 자주 제거한다.
 5. 해독제 투여와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다. 증상이 있거나 신경 독성 물질에 노출이 의심되는 경우 해독제로 atropine 과 2-PAM Cl을 투여

한다.

6. 소량의 신경 가스에 노출되어 축동과 경미한 콧물만 동반된 경우는 입원이 필요하지 않으므로, 이외 다른 환자들은 중화자실에 입원하여 집중 경과 관찰을 필요로 한다.
7. 환자가 의식이 없거나, 저혈압, 경련, 심장 부정맥을 보인다면 기존 전문생명소생술 (Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC (Airway, Breathing, Circulation)순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
8. 경련 치료를 위해 Diazepam (성인 5~10 mg, 소아 0.2~0.5 mg/kg)을 사용한다. benzodiazepines 계열을 투여하며 barbiturates, phenytoin 등은 효과가 없다
9. 환자의 의식이 명료하고 근기능이 정상일 경우 경도의 처치가 고려된다.
10. 가스 노출 환자가 경미한 콧물과 축동만 동반된 경우 처치는 필요하지 않다. 콧물이 심한 경우 atropine IM (성인 2 mg, 소아 0.05 mg/kg) 투여 시 증상이 호전되며 추가 증상 없을 경우 퇴원 가능하다.
11. 두통 안통 구역 구토 등이 동반된 경우 topical atropine이나 homatropine이 증상의 호전에 도움이 되며 추가 증상이 없을 경우 수 시간 안에 퇴원이 가능하다.
12. 액체에 노출이 된 경우 지연성 증상 동반될 수 있으므로 최소 18시간 경과 관찰한다.

[신경 작용제 중독 시 시행 할 Laboratory and ancillary test]

- ABGA, CBC, blood glucose, electrolyte, renal-function tests, LFT, serum lactate, cardiac marker.
- Chest X-ray, pulse oximetry
- 신경독성검사 : RBC cholinesterase activity : 중등도 이상의 노출이 의심되는 경우 고려

[흡입 노출 환자의 처치]

1. 호흡기를 통해 쉽게 흡수되어 노출 수초에서 수분 안에 콧물, 인후 및 흉부 불편감, 호흡 곤란 등의 증상이 발생한다 ⇨ 호흡 보조가 필수적이다.
2. 경도 노출의 경우 해독제를 투여하고 산소를 적절하게 공급한다. 분비물을 코 입 기관지에서 흡입하여 적절히 제거한다.

3. 호흡 부전시 기관지 삼관 및 기계 환기를 시행하고 기도 저항이 동반된 경우 기관지 수축이나 경련 등을 고려한다. 아트로핀 투여 시 기도 저항이 감소한다.

[피부 노출 환자의 처치]

1. 신경 작용제는 독성이 강하고 흡수가 빠르며 실온에서 기화되는 성질을 가지므로 노출 수분 안에 제염처리가 되어야 한다.

[눈 노출 환자의 처치]

1. 축동의 정도로 노출 정도나 해독제의 효과를 판단할 수 없으며 축동은 노출 후 수 시간 후 까지 진행될 수 있다.
2. 안구 통증이나 구역 구토 등이 동반된 경우 빛을 차단하고 atropine이나 homatropine 점안을 고려하고 시력을 평가한다.

[소화기 노출 환자의 처치]

1. 구토를 유발하지 않는 것이 중요하다. 갑작스런 호흡 부전에 의한 심장 마비나 경련 등이 동반된 경우 토사물이 기도로 흡입될 수 있다.
2. 환자의 의식이 명료하고 삼킬 수 있는 경우 활성탄을 투여한다.
3. 섭취 30분 이내 환자에 대한 평가가 완료되었을 경우 gastric lavage를 고려할 수 있다.

[해독제 사용 방법]

1. 증상이 있거나 신경 독성 물질에 노출이 의심되는 경우 atropine 과2-PAM Cl을 투여한다.

(가) Atropine

① 작용 : Atropine은 무스카린성 수용체에서 아세틸콜린의 효과를 억제한다.

② 초기 용량 : 초기 atropine 투여 용량은 중독의 중증도에 따라 다르다.

✓ WHO 지침: atropine 2 mg을 5~10분 간격으로 근주 --> 피부가 건조하여지고 동공이 확대되며 빈맥이 발생할 때까지 반복

✓ 최근 지침 : atropine 1~2 mg 투여 후 반응이 없으면 3~5분마다 두 배씩 증량--> 피부가 건조하여지고 동공이 확대되며 빈맥이 발생할 때까지 반복하여 정주 (점진적 증량 요법이 사망률이 낮고 부작용이 적다는 보고가 있어 선호)

③ 유지용량 : Atropine 유지 용량과 기간에는 정립된 지침이 없다

✓ 초기 부하용량으로 환자의 무스카린성 독성 상태가 호전된 이후 유지 용량은 총 부하용량의 10~20%를 매시간 투여되도록 주입하며, 환자의 상태에 따라 그 용량을 적정(titration)할 것이 권고

④ 주의사항

- ✓ Atropine은 소량(정상 성인의 경우 0.5 mg 이하) 투여 시 서맥이 발생할 수 있으므로 심전도 감시를 시행한다. --> 소량의 atropine 사용으로 인해 유발된 서맥은 atropine의 추가 투여에 의해 대개 정상으로 회복된다.
- ✓ Atropine의 과용량으로 인한 과도한 무스카린성 효과로 치료과정에서 흔히 동반되는 정신증으로 흥분과 과민반응, 혼돈상태, 환청, 환시, 부적절한 언어표현, 경련 등이 동반될 수 있다. --> 치료과정에서 나타나는 가역적 변화이므로 무리하게 진정제로 조절하지 않고 atropine 감량만으로 대부분 호전된다.

(나) Pralidoxime

① 작용 : Pralidoxime (2-pyridine aldoxime methylchloride, 2-PAM)은 콜린에스테라제 효소(AChE)를 재활성화시켜 아세틸콜린을 분해

- ✓ pralidoxime은 단독으로 사용하지 말고 항상 atropine과 함께 사용해야 한다.
- ✓ 빠른 시간 안에 투여하여야 효과를 기대할 수 있다. (시간이 지날수록 유기인제와 AChE 결합물의 구조적 변화를 초래하여 재활성화 되지 않음, 특히 신경가스는 짧은 시간 안에 속성됨)
- ✓ Pralidoxime에 대한 임상적 반응은 그 독성 종류 및 노출 정도에 따라 차이가 크며 얼마나 빨리 투여하는지가 임상적으로 중요.

② 초기 용량 : Palidoxime의 최적 용량은 아직 확립되지 않았다. 중독 증상의 중증도에 따라 다르다.

- ✓ WHO : 성인에게 최소한 30 mg/kg, 소아에게 25~50 mg/kg을 정맥 주사하는 것을 권장 (30분에 걸쳐 천천히 투여)
- ✓ **ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)** : 15mg/kg을 권장 (30분에 걸쳐 천천히 투여)
- ✓ 제조회사 권장 : 성인에게 1~2g을 생리식염수 100 mL에 혼합하여 15~30분 동안 정주 (연속 정주 방법이 간헐적 투여에 비해 혈중 농도를 안정적으로 유지됨)

③ 치료 기간 :속성이 일어나는 시간이 다양하기 때문에 절대적인 시간 기준은 없다

- ✓ 유지 용량으로는 8 mg/kg/hr(최대 650 mg/hr) 을 권장한다.
- ✓ 유지 용량의 pralidoxime 투여는 환자의 임상적 반응을 보면서 계속 조절여야 하며, 경우에 따라서는 상당히 오랜 기간 동안의 투여가 필요할 수도 있다

④ 주의사항

- ✓ 빠른 속도로 정맥주사 하는 경우 갑작스런 심정지나 후두연축, 근육 강직과 관련된 호흡정지가 발생할 수 있으므로 30분에 걸쳐 천천히 투여한다.
- ✓ 투여 속도에 따라 일시적인 어지러움, 시력의 혼탁, 이완기혈압의 상승이 나타날 수 있다. 혈압 상승이 지속될 경우 phentolamine을 투여한다.
- ✓ Pralidoxime은 신장으로 배설되므로 신부전 환자에게는 용량을 감량한다.

Patient Age	Antidotes		Other Treatment
	Mild/Moderate Symptoms	Severe Symptoms	
Infant (0 - 2 yrs)	•Atropine: 0.05 mg/kg IM or 0.02 mg/kg IV; •2-PAM Cl: 15 mg/kg IV slowly	•Atropine: 0.1 mg/kg IM or 0.02 mg/kg IV; •2-PAM Cl: 15 mg/kg IV slowly	>필요시 기계환기로 보조한다 >Atropine 은 기관지 분비물이 감소하고 호흡이 안정되며 기도 저항이 정상이 될 때 까지 •IV line 확보 전 : 연령에 맞게 2-6 mg IM → 5-10분 간격으로 반복 투여 •IV line 확보 시 : 초기용량 (1-4mg) 투여 후 반응이 없으면 3-5분마다 두 배씩 증량하여 atropinization 확인 > 2-PAM의한 고혈압 : Phentolamine • 소아 : 1 mg IV • 성인 : 5 mg IV > 경련 조절 : Diazepam • <5 세 이하 : 0.2 - 0.5 mg IV • >5 세 이상 : 1 mg IV •성인 : 5 mg IV
Child (2 - 10 yrs)	•Atropine: 1 mg IM; •2-PAM Cl: 15 mg/kg IV slowly	•Atropine: 2 mg IM; •2-PAM Cl: 15 mg/kg IV slowly	
Adolescent (>10 yrs)	•Atropine: 2 mg IM; •2-PAM Cl: 15 mg/kg IV slowly	•Atropine: 4 mg IM; •2-PAM Cl: 15 mg/kg IV slowly	
Adult	•Atropine: 2 to 4 mg IM; •2-PAM Cl: 15 mg/kg (1 g) IV slowly	•Atropine: 6 mg IM; •2-PAM Cl: 15 mg/kg (1g) IV slowly	
Elderly, frail	•Atropine: 1 mg IM; •2-PAM Cl: 5 to 10 mg/kg IV slowly	•Atropine: 2 mg IM; •2-PAM Cl: 5 to 10 mg/kg IV slowly	

1. Mild/Moderate symptoms include localized sweating, muscle fasciculations, nausea, vomiting, weakness, dyspnea.

2. Severe symptoms : unconsciousness, convulsions, apnea, flaccid paralysis.

3) 응급실 대응 리스트

[제염 단계]

1. 병원 전 단계에서 제염 처치를 받지 않았다면 응급실 입실 전 제염 구역에서 먼저 제염을 시행한다.
2. 신경 독성 물질은 독성이 강하고 흡수가 빠르며 실온에서 기화되는 성질을 가지므로 노출 수분 안에 제염처리가 되어야 한다.
3. 제염자 보호
 - 1) 호흡 보호구 : 신경가스에 노출이 될 경우를 대비하여 양압 (Positive- pressure), 및 자급식 호흡장비 (Self- contained breathing apparatus, SCBA)가 권고된다.
 - 2) 피부 보호구 : 액체 또는 고농도 압축 가스 유출이 의심되는 경우 화학물질 보호복이 권고된다. (chemical- protective clothing) 및 부틸(butyl) 고무 글러브가 권고된다.
4. 제염자의 보호구 사용이 어린이 환자들에게는 공포심을 유발하여 추가 처치에 대한 순응도를 낮출 수 있음을 주의한다.
5. 거동할 수 있는 환자는 본인이 제염을 하도록 한다. 오염된 옷과 개인 소지품들을 몸에서 제거하고 두 봉투에 따로 나누어 담는다.
6. 신경가스에만 노출된 경우 의복을 제거하고 노출된 부위를 비누와 물로 씻는다.
7. 액체에 노출된 경우 의복을 제거하고 비누와 물 또는 0.5% hydrochlorite 로 씻어낸다.
8. 소아 환자나 노인 환자의 제염 시에는 저체온증에 빠지지 않도록 주의하며 제염을 시행해야 한다. 가능하면 워머나 담요를 사용한다.
9. 눈 접촉 시 화학물질이 완전히 제거될 때까지 물이나 생리식염수로 5~10분가량 세척한다. 콘택트렌즈를 착용하고 있을 경우 추가 손상없이 쉽게 제거가 가능한 경우에 한하여 제거한다.
10. 모든 섭취의 경우 구토를 유도하지 않는다. 만약 구토가 일어나면 구토물이 기도를 막는 것을 방지하기 위해 머리를 둔부보다 낮추고 기도를 보호한다. 환자가 삼킬 수 있는 경우 활성탄을 투여한다.

[중환 구역 처치 단계]

1. 환자는 적절하게 제염이 되어 있거나 신경 독성 가스에만 노출이 되어 이차 오염의 가능성이 낮은 상태로 처치 구역에 배치되어야 한다.
2. 충분히 오염제거가 되었음을 확인한 후에는 기존의 기도 호흡 맥박을 평가하고 보조한다. 호흡 부전이 동반된 경우 기도를 확보하고 기관 삽관을 시행한다. 삽관이 불가능할 경우 훈련된 수행자가 운상갑상연골절개를 시행한다.
3. 중증으로 판단되는 환자 중 중환자 구역 처치 전 단계에서 정맥로 확보가 안 되었던 환자에게는 정맥로를 확보한다. 지속적으로 심장 기능 모니터링을 한다.
4. 해독제 투여와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행 한다. 전 단계에서 해독제 투여가 이루어지지 않은 경우 가능한 빨리 해독제를 투여한다. 지침은 상기 대응 지침을 따른다.
5. 환자가 의식이 없거나, 저혈압, 경련, 심장 부정맥을 보인다면 기존 전문 생명 소생술 (Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC (Airway, Breathing, Circulation)순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
6. 경련 치료를 위해 Diazepam (성인 5~10 mg, 소아 0.2~0.5 mg/kg)을 사용한다. benzodiazepines 계열을 투여하며 barbiturates, phenytoin 등은 효과가 없다
7. 동반 외상 여부에 대하여 확인하고 경부 외상이 의심되는 경우 수동으로 경부를 고정시키고 실현가능하면 경추부목과 척추부목을 고정한다.
8. 흡입 노출
 - 1) 호흡기를 통해 쉽게 흡수되어 노출 수초에서 수분 안에 콧물 인후 및 흉부 불편감 및 호흡 보조가 필수적이다.
 - 2) 독성이 강하여 노출 수 분에서 수 시간 안에 호흡 부전으로 사망할 수 있다
 - 3) 경도 노출의 경우 해독제를 투여하고 산소를 적절하게 공급한다.
 - 4) 비물을 코 입 기관지에서 흡입하여 적절히 제거한다.
 - 5) 호흡 부전시 기관지 삽관 및 기계 환기를 시행하고 기도 저항이 동반된 경우 기관지 수축이나 경련 등을 고려한다. 아트로핀 투여 시 기도 저항이 감소한다.
 - 6) 흡입 노출 환자가 흉통이나 기침을 호소할 경우 6~12시간 간격으로 환자를 검진하고 지연성 기관지염, 폐렴, 폐부종, 호흡 부전 등의 대한 평가를 한다.

9. 피부 노출

- 1) 신경 작용제는 독성이 강하고 흡수가 빠르며 실온에서 기화되는 성질을 가지므로 노출 수 분 안에 제염처리가 되어야 한다.
- 2) 피부 노출 시 길게는 노출 후 18시간까지 증상이 나타나지 않을 수 있다.

10. 눈 노출

- 1) 축동의 정도로 노출 정도나 해독제의 효과를 판단할 수 없으며 축동은 노출 후 수시간 후에 까지 진행될 수 있다.
- 2) 안구 통증이나 구역 구토 등이 동반된 경우 빛을 차단하고 atropine 이나 homatropine 점안을 고려하고 시력을 평가 한다.

11. 소화기 노출

- 1) 구토를 유발하지 않는 것이 중요하다. 갑작스런 호흡 부전에 의한 심장 마비나 경련 등이 동반된 경우 토사물이 기도로 흡입될 수 있다.
- 2) 상기 확인 후 환자의 의식이 명료하고 삼킬 수 있는 경우 활성탄을 투여한다.
- 3) 섭취 30분 이내 환자에 대한 평가가 완료되었을 경우 gastric lavage를 고려할 수 있다.

[응급실 진료 후 배치 및 외래 추적 검사]

1. 입원 :

- 1) 소량의 신경 가스에 노출되어 축동과 경미한 콧물만 동반된 경우는 입원이 필요하지 않다.
- 2) 이외 다른 모든 환자들은 입원하여 집중 경과 관찰을 필요로 한다.

2. 지연성 효과 : 피부 노출 시 길게는 노출 후 18시간까지 증상이 나타나지 않을 수 있다.

3. 퇴원

- 1) 소량의 신경 가스에 노출되어 축동과 경미한 콧물만 동반된 경우는 입원이 필요하지 않다. 노출 후 6~12시간 이상 무증상인 환자들의 경우는 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대비한 안내 지침서를 받아가지고 퇴원 할 수 있다
- 2) 귀가 이후의 안정가료 및 증상 발현 또는 재발 시 즉시 내원할 것을 교육한다.

4. 추적검사 :

- 1) 중등도의 노출이 동반된 경우 RBC cholinesterase activity를 매주 또는 매월 측정한다. (정상화 약 3~4개월 소요)
- 2) 정상화 될 때 까지 organophosphate 살충제에 노출이 되지 않도록 한다.
영구적으로 기억력 장애, 인지 학습장애, 수면장애, 기분장애, 두통, 감각 장애 등의 중추 신경 기능의 장애를 초래할 수 있으므로 이에 대한 추적관찰이 필요하다.

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 신경 작용제에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 신경 작용제란 무엇입니까?

소만, 사린, 타분, VX 등의 신경 작용제는 화학전 무기로 유기인계 살충제와 유사하지만 독성은 훨씬 강력합니다. 무색 또는 황색의 기체의 아무 맛이 나지 않고 실온에서 기화하는 성질을 가지고 있습니다.

- 타분(tabun-GA)은 약간의 과일향이 나며, 사린(sarin-GB)은 무향, 소만(soman-GD)은 약간의 장뇌향이 납니다.

2. 신경 작용제 노출시 즉시 발생할 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

독성이 강한 화학물질로 신경계 영향을 줍니다. 한방울에서 수밀리정도 소량만 접촉을 해도 15분 내에 사망할 수 있습니다. 증상으로는 콧물, 발한 시야 흐림, 두통 호흡곤란, 침흘림, 구역, 구토, 근연축, 근경련, 혼미, 경련, 마비 혼수 등으로 가스 노출 시 증상이 즉시 나타나지만 피부 노출 시 수시간 이상 지연되어 나타나기도 합니다.

3. 신경 작용제 노출에 의한 증상은 치료될 수 있습니까?

노출 이후 가능한 빨리 해독제를 투여해야 하며 즉각적인 오염 제거와 입원이 필요합니다.

4. 향후 장기간 건강상의 영향이 발생할 수 있습니까?

완전한 회복은 수개월이 걸립니다. 다량의 신경 독성물질에 노출된 경우 지연성 경련이 동반될 수 있으며 영구적인 중추신경 손상을 초래할 수 있습니다.

5. 신경 작용제에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

혈액에서 acetylcholinesterase 라는 효소의 활성을 측정하여 노출 정도나 회복 여부를 평가할 수 있습니다.

6. 신경 작용제에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건 센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발현되는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우 :

- ▶ 어지러움, 인지 장애, 기억력 장애
- ▶ 기침, 짧아진 호흡 또는 천명음(호흡시 "쌩쌩" 거리는 소리)
- ▶ 구역, 구토, 복통, 설사
- ▶ 근경련, 근연축
- ▶ 시력저하

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____

의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약

(_____) 응급실 / 클리닉, (____)월/(____)일, AM/PM (_____)

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] (____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 : _____

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. : _____

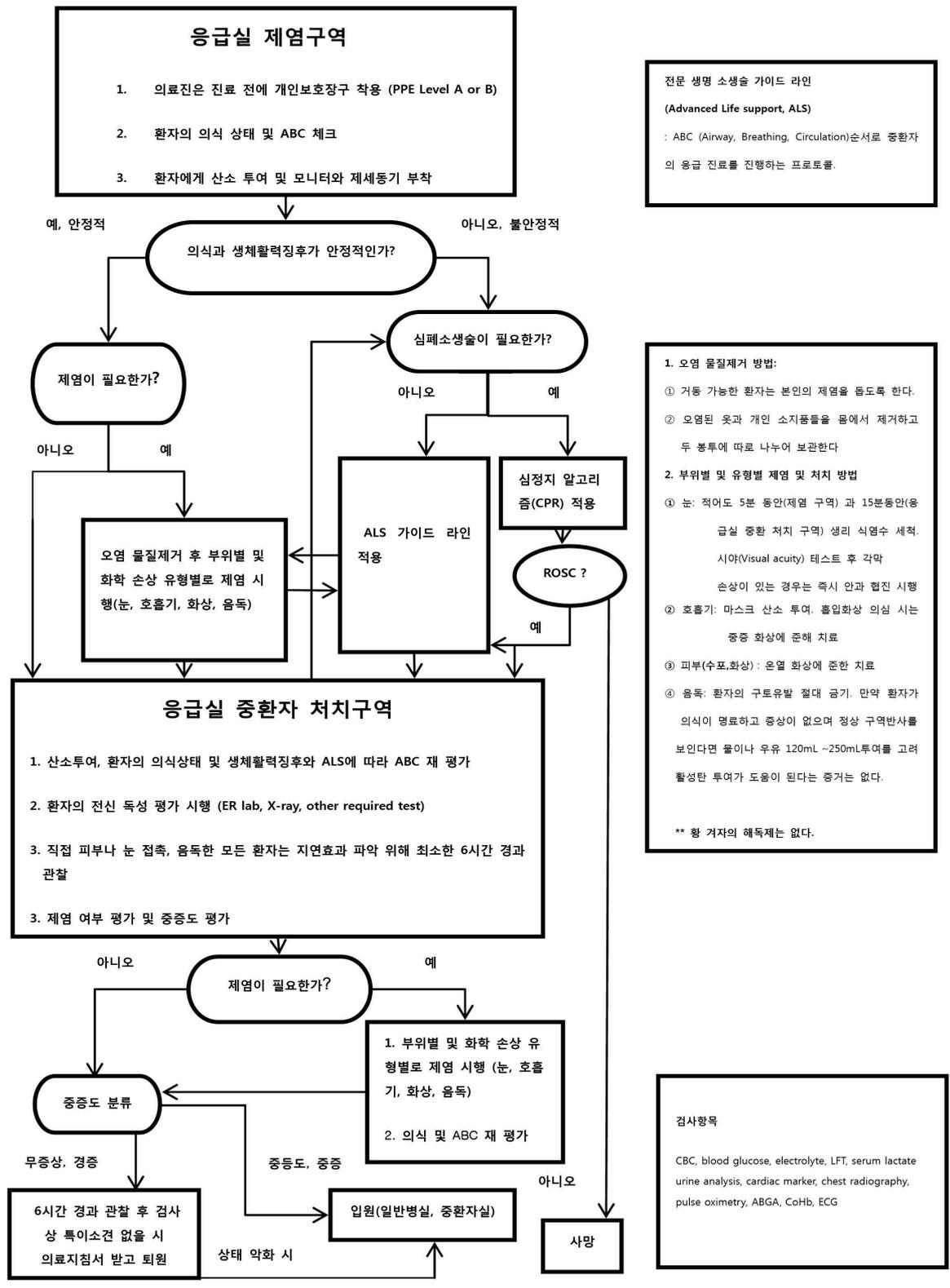
다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____

10. 수포 작용제

1) 알고리즘



- 1. 오염 물질제거 방법:**
- ① 거동 가능한 환자는 본인의 제염을 돕도록 한다.
 - ② 오염된 옷과 개인 소지품들을 용에서 제거하고 두 봉투에 따로 나누어 보관한다
- 2. 부위별 및 유형별 제염 및 처치 방법**
- ① 눈: 적어도 5분 동안(제염 구역) 과 15분동안(응급실 중환 처치 구역) 생리 식염수 세척. 시야(Visual acuity) 테스트 후 각막 손상이 있는 경우는 즉시 안과 협진 시행
 - ② 호흡기: 마스크 산소 투여. 흡입화상 의심 시는 중증 화상에 준해 치료
 - ③ 피부(수포, 화상): 온열 화상에 준한 치료
 - ④ 음독: 환자의 구토유발 절대 금기. 만약 환자가 의식이 명료하고 중증이 없으며 정상 구역반사를 보인다면 물이나 우유 120mL ~250mL 투여를 고려. 활성탄 투여가 도움이 된다는 증거는 없다.
- ** 황 거저의 해독제는 없다.**

2) 응급실 처치 매뉴얼

[호흡기 노출]

1. 기도 손상의 징후가 있는 환자는 산소를 이용한 환기가 제공되어야 한다.
 소아는 성인에 비해 기도의 직경이 더 작기 때문에 부식성 재제에 더 취약할 수 있다.
 환자의 호흡에 장애가 생겼을 때에는 기관 삽관을 하여 기도와 호흡을 확보해야 한다.
 이 과정이 불가능하면 외과적 방법으로 기도를 확보해야 한다.
2. 환자가 의식이 없거나, 저혈압, 경련, 심장 부정맥을 보인다면 전문 생명 소생술 (Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC (Airway, Breathing, Circulation) 순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
3. 화학적 폐렴은 흉부 X-ray 상의 이상소견, 백혈구 수의 증가, 발열을 동반할 수 있으며 이때 예방적 항생제 사용은 권고되지 않는다.
4. 기관지 연축이 있는 환자들에게는 연무화된 기관지 확장제를 사용한다. 다수의 화학물질에 노출된 상황에서 기관지 증감제를 사용하는 것은 부가적인 위험을 초래할 수 있다. 어떤 종류의 기관지 확장제를 투여할지 선택하기 전에 우선 심근의 건강상태를 고려해야 한다.
5. 천명음이 들리는 소아 환자에게는 racemic epinephrine 연무제 사용을 고려해야 한다. 2.5cc 생리 식염수에 2.25% racemic epinephrine 용액 0.25~0.75mL를 혼합하여 심장 변동성에 주의하며 필요에 따라 매 20분마다 연무제 사용을 반복한다.
6. 증기의 광범위한 흡입은 나중에 만성 호흡기 질환으로 발전해 반복되는 호흡기 감염을 일으키게 되고 때로는 사망의 원인이 될 수 있다. 황 겨자(sulfur mustard)에 노출되면 호흡기 암에 대한 위험(risk)을 증가시킬 수 있다.

[눈 노출]

1. 노출 후 12시간 이상에서 가벼운 결막염으로 보통 시작되며 심한 병변으로 진행할 수 있다. 환자는 (시력에 대한 테스트 포함) 철저한 눈 검사를 해야 한다. 퇴원 시에도 안과적 이상소견이 나타날 경우 즉시 재 내원 할 것을 교육해야 한다.
2. 통증은 전신 진통제로 조절해야 한다. 어두운 안경은 눈부심의 불편함을 줄일 수 있다. 국소 스테로이드의 투여는 염증을 감소시킨다. 단 노출 후 첫 24시간 이내에만 사용하

도록 한다.

3. 눈의 광범위한 노출은 영구적인 실명의 원인이 될 수 있다.

3) 응급실 대응 리스트

(1) 기본 정보

제1차 세계대전 중에 독일군이 벨기에 이프르 부근의 전선에서 처음으로 독가스로 사용했다. 황화 다이클로로-에틸(2,2'-dichloroethyl); 황 겨자(sulfur mustards)이라고도 하며 겨자(머스터드) 냄새가 나므로 머스터드 가스라는 별명이 붙었다. 그러나 이름과는 다르게 실제적으로는 기체가 아니다. 화학식은 $(C_2H_4Cl)_2S$ 이며 순수한 것은 색이 없고 냄새도 없고 점성이 있는 액체이다. 황 겨자는 "겨자 가스, 겨자 에이전트," 나 군대 내 화학용어로 H, HD 및 HT로 알려져 있다.

황 겨자가스는 화학무기의 일종이며 강한 발포제(vesicants)이며 알칼화(alkylating) 속성을 가지고 있고 기포생성 물질로 더 잘 알려져 있다. 불순물이 섞여있지 않을 때는 무색이지만, 일반적으로는 노란색과 갈색 중간정도의 색깔로 약한 마늘 또는 겨자냄새가 난다. 기체나 액체 상태로 존재하는 겨자가스는 눈, 피부, 점막 등을 통해 인체에 흡수된다. 겨자가스는 피부, 눈, 호흡기에 손상을 준다. 피부에 접촉했을 때, 가려움 또는 그을린 깊은 물집이 생기며 눈에는 각막궤양과 눈꺼풀 처짐, 결막염과 시각 장애로 이어질 수 있다. 동공 축소는 겨자 황의 콜린 자극제 활동의 결과이다. 매우 높은 농도를 흡입하게 되면 호흡기계 점막 손상과 함께 폐부종 출혈을 유발한다. 체표면적 50%이상 노출되면 보통 치명적이다. 또한 골수억제와 신경독성 및 위장독성을 일으키기도 한다. 이 물질과 접촉하게 되면 강하게 돌연변이를 일으키고 발암물질로 알려져 있다. 보통 통증을 동반한 다른 임상증상들이 나타나기까지 1시간에서 24시간 까지 걸린다. **아직까지 겨자가스 독성을 해독할 물질은 없다. 수분 내에 노출가능 지역의 오염을 제거하는 것이 인체조직의 손상을 줄이는데 효과 있는 유일한 방법이다.**

(2) 노출의 경로

흡입

흡입에 의해 호흡기계로 흡수되며 황 겨자의 냄새 자체가 노출 감지의 적절한 경고 메시지를 제공하지 않는다. LCt₅₀ (흡입 노출 인구의 50 %에 치명적인 농도 대 시간의 곱)은 약 1,500 mg/m³이다. 증기는 공기보다 무거워서 지면 아래로 가라앉게 된다.

피부 / 눈 접촉

겨자 증기와 액체가 눈, 피부, 점막을 통해 흡수된다. 임상 효과는 노출 후 수 시간까지 발생하지 않을 수 있다. 피부와 눈에 화상을 입을 수 있다. 황 겨자 증기와 황 겨자 액체에 피부와 눈이 노출되면 전신 독성을 일으킬 수 있다. 치명적인 용량은 약 100mg/kg 또는

액체의 1~1.5 작은 술이다.

음식물 섭취

노출된 음식물을 섭취했을 때 전신 흡수의 원인이 될 수 있다.

(3) 건강 효과

황 겨자는 발포제(vesicants) 및 알킬화제(alkylating agent)이다; 그러나, 생화학적 메커니즘은 명확하게 아직까지 설명되지 않고 있다. 그들은 반응성 단백질, DNA, 또는 다른 분자들과 빠르게 결합한다. 황 겨자는 무스카린과 니코틴 모두의 수용체를 자극, 콜린성 활성을 갖는다. 임상 증상의 발병은 발병의 시간 노출의 정도에 따라 달라진다. 황 겨자에 노출 사망률은 (1차 세계대전 동안 2~3%) 낮다. 사망은 일반적으로 면역 체계 손상에 감염에 의한 것으로 알려져 있으며 폐 기능 부전에 의한 사망률이 높다.

눈

눈은 황 겨자 영향에 가장 민감한 조직이다. 황 겨자 증기 또는 액체에의 노출은 결막 및 공막 통증, 부종, 눈물 흘림, 안검 경련, 및 눈부심이 발생할 수 있다. 그러나, 이러한 효과는 즉시 나타나지 않을 수 있다. 콜린성 효과로 축동이 발생할 수 있다. 증기 또는 액체의 높은 농도는 각막 부종, 천공, 실명까지도 발생할 수 있다.

피부

황 겨자 직접 피부 노출로 홍반과 물집이 발생한다. 일반적으로, 홍반성 발진은 2~18 시간 후에 물집이 다음 4~8 시간 내에 발생하게 된다. 액체와 접촉은 제 1 및 제 2도 화상의 원인이 될 수 있다. 신체 표면적의 50% 이상을 침범하는 화상의 영역은 치명적일 수 있다.

호흡기계

상부 및 하부기도에서 용량 의존적 염증 반응이 노출 후 몇일 동안 진행하게 된다. 코 통증, 출혈, 부비동 통증, 후두염, 기침, 천명 및 호흡 곤란이 발생할 수 있다. 호흡기 상피 세포의 괴사로 인한 기도 폐쇄의 원인이 될 수 있다.

위장관계

섭취하였을 때 위장관 및 콜린성 자극의 화학적 화상을 입을 수 있다. 메스꺼움과 구토가 섭취 또는 흡입 다음 발생할 수 있다. 초기 메스꺼움과 구토는 일반적으로 과도하게 심한 경우는 드물다. 노출 후 몇 일 후에 오심, 구토, 설사 등의 위장관 손상이 나타날 수 있으며 이 경우 예후가 좋지 않다.

CNS 중추신경계

황 겨자의 과다 복용은 흥분, 경련, 불면증의 원인이 될 수 있다.

조혈기계

황 겨자의 전신 흡수가 골수 억제 및 치명적인 복합 감염, 출혈, 빈혈에 대한 위험을 야기할 수 있다.

잠재적 후유증

안구의 재발성 각막염, 영구적 눈 실명 상태, 맛과 냄새 기능의 상실, 천식, 기관지염, 재발성 호흡기 감염을 포함한 만성 호흡기질환, 폐섬유증의 발생은 황 겨자에 노출된 다음 지속될 수 있다.

만성 노출

황 겨자에 장기간 또는 반복 급성 노출은 피부 과민성, 만성 호흡기 질환의 원인이 될 수 있다. 겨자가 자연스럽게 몸에 의해 해독되지 않기 때문에 반복 노출은 누적 효과가 발생하게 된다.

발암성

국제암연구소 (IARC)는 발암 물질로 황 겨자를 분류하고 있다. 황 겨자에 만성 또는 반복 노출은 피부암, 백혈병, 호흡기계 암의 원인이 될 수 있다.

생식 및 발달 효과

노출 후 결함이 있는 정자가 발생할 수 있다. 황 겨자에 노출이 반복되었을 때 잠재적인 발달 독성물질로 알려져 있다. 황 겨자에 만성 또는 반복 노출은 출생 결함의 원인이 될 수 있고 유전 독성의 원인이 될 수 있다.

(4) 병원 전 관리

병원으로 이송하기 전에 모든 화학적 사고는 오염을 제거해야 한다.

피부나 옷에 액체 황 겨자가 노출된 오염 피해자의 직접 접촉 또는 배출 가스 증기를 통해 구조대원을 오염시킬 수 있다.

황 겨자는 눈, 피부, 호흡기계의 손상을 일으키고 면역 체계를 억제할 수 있다. 이러한 에이전트가 접촉 수분 이내에 세포의 변화를 가져오는 원인이 될 수 있지만, 통증 등의 증상의 시작이 지연될 수 있다는 점도 숙지하고 있어야 한다.

황 겨자 독성에 대한 해독제는 없다.

[HOT ZONE]

핫 존 (HOT ZONE) 에 들어가기 전에 적절한 개인보호구(PPE)와 부틸 고무 화학 보호 장갑을 갖추어야 한다. 제염자의 보호구 착용이 어린이 환자들에게는 공포심을 유발하여 추가 처치에 대한 순응도를 낮출 수 있음에 주의한다.

[호흡기 보호]

자가 급식 호흡 장치 (SCBA)는 황 겨자의 노출 응급 상황에서 권장된다.

[피부 / 눈 보호]

황 겨자 증기 및 액체에 노출되게 되면 쉽게 흡입 및 눈과 피부 접촉에 의해 흡수된다. 개인 보호 장비 (PPE) 및 부틸 고무 화학 보호 장갑은 이러한 화학 물질 노출이 의심되는 상황에서 항상 사용하는 것이 좋다. 황 겨자를 함유한 용액에 많이 노출된 옷을 입은 환자를 다룰 경우는 접촉에 의해 2차 오염이 될 수 있으므로 주의해야 한다.

[피해자 이동]

피해자가 걸을 수 있는 경우, 오염 제거 구역의 핫 존(HOT ZONE)에서 제염구역 (Decontamination zone)으로 환자들을 유도한다. 걸을 수 없는 피해자는 백보드 또는 들것에 의해 이동시킨다.

[오염 제거 구역]

노출 후 1~2 분 내에 이루어지는 오염 제거는 인체조직 손상을 감소시키는 유일한 효과적인 수단이다. 또한 오염 제거는 피해자의 상태를 개선시킬 뿐 아니라 노출에서 다른 사람을 보호할 수 있다. 오염된 지역에서 사상자를 관리할 때 사용 가능한 경우 오염제거가 가능한 들것을 사용해야 한다. Decontaminable 들것은 화학물질을 흡수하지 않고, 액체의 배출을 허용하는 모노 필라멘트 폴리-프로필렌 섬유로 제조되고, 효율적이고 용이하게 정화된다. 유리 섬유 보드는 위험물 사고에 사용하기 위해 특별히 개발되었다. 이것은 비투과적인 특성을 지니고 있다. 화학 호흡 장치(Cheical Resuscitation Device)는 오염된 환경에서 사상자를 환기하는데 사용될 수 있는 화학 성분을 갖추고 있는 백 밸브 마스크이다.

[기본 오염 제거]

현장에서 직접 병원으로 내원한 환자는 의료 보호시설에 입원하기 전에 반드시 소독해야 한다. 액체 누출이 의심되는 경우, 의류를 제거하고 환자는 물과 비누를 사용하여 샤워를 해야 한다. 밀폐된 더블 백에 오염된 옷과 소지품을 담는다.

소아 환자나 노인 환자의 제염시에는 저체온증에 빠지지 않도록 주의하며 제염을 시행해야 한다. 가능하면 워머(warmer)나 담요를 사용한다.

눈에 노출되었을 경우 생리식염수로 약 15분 동안 즉시 씻어내야 한다. 붕대로 눈을 덮지 말아야 한다.

액체 에이전트에 노출이 의심되는 경우, 피해자는 모든 옷을 벗고 비누와 물로 피부를 씻어해야 한다. 샤워 영역을 사용할 수 있는 경우, 혼자 물로 샤워를 하는 것이 적절하다. 그러나, 물이 부족하고, 샤워시설을 이용할 수 없는 경우, 오염 제거의 다른 형태는 0.5 % 차아염소산 나트륨 용액 또는 분말, 활석 가루, 또는 백토 등의 흡착제 분말을 사용하는 것이다. 단지 증기에 노출 된 경우, 외부 의복을 제거하고 비누와 물 또는 차아염소산 나트륨의 0.5 % 용액으로 세척한다. 밀폐된 더블 백에 오염된 옷과 소지품을 담는다.

(5) 병원 및 지원 영역으로의 이동

기본 오염 제거가 완료되면, 지원 영역으로 피해자를 이동시킨다. 30~60분 이내로 잠재적인 노출의 현장에서 직접 응급실에 도착하는 환자는 거의 증상이 없을 수 있다. 따라서 적어도 6시간 동안은 병원에서 관찰해야 한다.

[지원 영역]

피해자가 제염되었다면 구조대원에 2차적 오염의 심각한 위험이 없다고 볼 수 있다. 이러한 경우, 지원 영역의 인력은 전문 보호 장비를 필요로 하지 않는다.

[추가 오염 제거]

섭취의 경우, 구토를 유도하지 않는다. 피해자의 의식이 명료하고 경구로 삼킬 수 있는 경우, 우유 또는 물을 120~250mL 마시게 한다. 활성탄 투여가 도움이 된다는 증거는 없다.

(6) 응급실 진료 후 환자 배치와 추적 검사 및 보고

[임상검사 항목 (Lab Test)]

CBC, blood glucose, electrolyte, LFT, cardiac marker, serum lactate, urine analysis, chest radiography, and pulse oximetry , ABGA, ECG 모니터링을 시행한다.

[환자 퇴원]

폐부종이나 중추신경계 또는 호흡 장애와 같은 심각한 이상 징후가 없고 피부 또는 안구 자극 증상이 없는 환자들은 4~6시간 동안 경과 관찰 후 추가적인 특이 증상이 나타나지 않으면 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대비한 안내 지침서를 받아서 퇴원할 수 있다.

[추적 검사]

환자의 일차 진료진에게 환자의 응급실 방문 기록에 관한 정보를 보낼 수 있도록 일차 진

료진의 이름을 확보한다. 심각한 노출의 생존자들을 대상으로는 뇌와 심장에 발생 가능한 허혈성 손상에 대한 검사를 해야 한다. 안과적 손상이 있었던 환자는 24시간 이내에 재진료를 받아야 한다.

보고

작업 관련하여 사고가 발생 시 보고할 파일을 만들어 관할 보건소에 연락하여야 한다.

응급실에 내원하지 않았을 지라도 다른 환자가 현장에 있을 수 있으며 사고가 작업장에서 발생했다면 추후 회사 관계자와 토의함으로써 추후 발생 가능한 사고를 예방할 수 있다. 다른 사람들은 여전히 유해 환경의 위험에 노출될 수 있다. 공중 보건 위험이 예상되는 경우, 지역 보건부서 또는 다른 책임 있는 공공 기관에 통보한다.

4) 물질 정보시트

※ 이 유인물은 수포 작용제 가스 또는 수포 작용제 용액에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 수포 작용제란 무엇입니까?

수포 작용제 액체는 무색에서 황색 또는 갈색, 여러 색깔에 이르기까지 다양하게 나타날 수 있으며 무색 증기가 될 수 있습니다.

수포 작용제 (군 지정 HD 또는 H)은 눈, 피부, 호흡기에 영향을 미치는 수포 작용제 (발포제)이며, 수포 작용제에의 다량 노출은 치명적일 수 있습니다. 마늘, 양파, 고추냉이, 또는 겨자의 냄새가 날 수 있으나, 냄새 자체로는 수포 작용제의 전형적인 특성이 아니며, 수포 작용제에의 노출 경고 알람이 되지 않습니다. 수포 작용제 (HD)은 상온에서 진한 액체이며, 그것은 증발되어 가스가 될 수 있는 액체로서 물보다 무겁고 공기보다도 무겁습니다. 순수한 액체로서는 무색, 무취이지만, 다른 화학물질과 혼합하면 갈색, 황색을 띠게 되며 마늘, 양파, 고추냉이, 또는 겨자, 마늘 냄새를 갖습니다.

2. 수포 작용제 노출에 의해 발생할 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

수포 작용제에 노출되었다고 해서 그 자체로 치명적이지는 않다. 수포 작용제는 물질과 세포 손상을 일으키는 것으로 알려져 있다. 피부, 눈, 호흡기에 손상을 주며 이 중에서 눈이 가장 민감하다. 메스꺼움과 구토는 노출 후 처음 몇 시간 이내에 발생할 수 있다. 피부 발진, 물질, 폐 손상은 노출 몇 시간 내에 나타날 수 있지만 시간이 지나서도 나타날 수 있다. 또한 수포 작용제는 면역 체계를 억제할 수 있다.

수포 작용제가 증기로 공기 중으로 방출되면, 사람들은 피부 접촉, 눈 접촉, 또는 호흡을 통해 노출될 수 있다. 수포 작용제 증기는 바람에 의해 장거리를 이동 전파될 수 있다.

수포 작용제가 물에 방출되는 경우, 사람들은 오염된 음용수를 통해 또는 피부에 노출될 수 있다. 또한 사람들은 액체 수포 작용제를 음식물과 함께 섭취함으로써 노출될 수 있으며, 이 경우 위장관계에서 서서히 분해되고 반복 노출로 인해 누적 효과를 가질 수 있다.

수포 작용제는 매우 추운 환경에서도 1~2일 동안 유지 전파될 수 있습니다. 수포 작용제를 흡입하면 기침, 기관지염, 만성 호흡기 질환의 원인이 될 수 있고 높은 수준의 노출 시에는 쇼크, 경련, 혼수, 사망에까지도 이를 수 있습니다. 일반적으로 많은 양에 노출될수록 증상도 심합니다.

3. 수포 작용제 노출에 의한 증상은 치료 될 수 있습니까?

수포 작용제에 대한 해독제가 없지만, 대부분의 환자는 보존적으로 치료될 수 있습니다. 많은 양에 노출된 환자들은 입원치료가 필요합니다.

4. 향후 장기간 건강상의 영향이 발생할 수 있습니까?

높은 수준의 노출 시 만성 호흡기 질환 등 건강에 해로운 효과가 발생할 수 있습니다. 눈과 피부의 심한 손상은 노출 후 오랜 시간 동안 존재할 수 있습니다. 호흡기계 암이나 재생 불량성 빈혈, 범혈구 감소증, 백혈병, 피부암, 영구적 시력 상실이 나타날 수 있습니다. 또한 수포 작용제에 노출된 사람은 낮은 정자 수를 가지게 된다는 보고가 있습니다. 수포 작용제가 태반을 통과하거나 모유를 통해 유아로 전달되는지의 여부는 아직까지 정확히 알려져 있지 않습니다.

5. 수포 작용제에 노출된 사람은 어떻게 알 수 있으며 어떤 검사를 할 수 있습니까?

수포 작용제는 냄새만으로는 위험 알람을 감지하지 어렵습니다. 그렇기 때문에 노출된 사람들도 곧바로 그들이 수포 독성물질에 노출되었는지의 여부를 알기 어렵습니다.

일반적으로 징후와 증상은 즉시 발생하지 않습니다. 노출의 정도에 따라 증상은 최대 24시간 동안 발생하지 않을 수 있습니다. 어떤 사람들은 다른 사람들보다 수포 작용제에 더 민감하고, 빨리 징후와 증상이 있을 수 있습니다.

수포 작용제에 노출되었는지를 확인 할 수 있는 기본 검사(routine test)는 없습니다. 티오디글리콜이 노출 후 2주까지 소변에서 검출될 수는 있으나 이 테스트의 큰 효용가치는 없다고 알려져 있습니다. 만약 심각한 정도의 노출이 발생했다면 혈액, 소변, 및 다른 검사결과들이 뇌, 신경, 폐, 심장, 콩팥이 손상되었는지를 밝혀 줄 수 있습니다.

6. 수포 작용제에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건 센터로 연락하시기 바랍니다.

5) 환자 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발현되는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우

- ▶ 호흡 곤란, 짧아진 호흡 또는 천명음 (호흡시 "쌉쌉" 거리는 소리)
- ▶ 쉼 목소리, 고음톤의 음성, 또는 말하기 어려움
- ▶ 가슴 통증 또는 압박감
- ▶ 피부 변화, 진물, 또는 피부화상 부위의 통증증가
- ▶ 복통, 구토, 설사
- ▶ 노출된 눈 부위에서의 통증 및 분비물 증가

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____

☞ 의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (_____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약

(_____) 응급실 / 클리닉, (_____)월/(_____)일, AM/PM (_____)

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] (_____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 : _____

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. : _____

다음과 같은 인터넷 웹 사이트 "화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템"나 "유해가스노출 환경보건센터"에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____

사고대비 화학물질 응급처치 지침서 Ⅱ (응급의료진용)

발행일 2017년 9월
발행 순천향대학교구미병원 환경보건센터
발행인 우극현
후원 환경부
기획 글 윤성용, 신희준, 오세광, 정혜진, 이한유
감수 대한응급의학회, 대한직업환경의학회, 대한임상독성학회
I S B N 979-11-960434-4-5

순천향대학교구미병원 환경보건센터 (054-462-5967, <http://gas.schehc.or.kr>)
경상북도 구미시 1공단로 179 (공단동)

이 지침서는 환경부에서 지원하는 환경보건센터의 운영예산으로 제작되었습니다.