

황화수소

가. 화학물질 정보

(1) 동의어

유화수소(sulfureted hydrogen), 수화황산(hydrosulfuric acid), sulfur hydride, hydrogen sulfuric acid, 하수구 가스(Sewer Gas), 악취 가스(Stink Damp)

(2) 물리·화학적 성질

- C A S N o : 7783-06-4. 분자식 및 구조식 H₂S
- 모양 및 냄새 : 무색의 가연성 기체, 달걀 썩는 냄새(냄새 역치 0.0002-0.3 ppm 또는 0.008 ppm)
- 분자량 : 34.08. 비중 : 1.192 (공기=1)
- 녹는점 : -85.49°C. 끓는점 : -60.33°C
- 증기밀도 : 1.189. 증기압 : 1.56×10⁴ mmHg (25°C)
- 인화점 : 자연발화온도 260°C
- 폭발한계
폭발하한값 : 4.3 vol %
폭발상한값 : 46 vol %
- 전환계수 : 1 ppm = 1.39 mg/m³ 1 mg/m³ = 0.717 ppm (25°C, 760 mmHg)
- 용해도
20°C의 상태에서 황화수소 1g을 녹이려면, 물은 242mℓ, 무수알코올은 94.3 mℓ, 그리고 에테르는 48.5 mℓ이 필요하다.
- 기타 : 저온 및 고압 하에서는 액화한다.
출처 : Merck Index, ACGIH, HSDB

(3) 발생원 및 용도

- 1) 황 원소, 황산, 황화나트륨 등의 생산
- 2) 중수(重水) 및 기타 화학물질의 제조
- 3) 야금산업
- 4) 각종 분석시약
- 5) 살균제

(4) 주로 노출되는 공정

- 1) 석유 및 천연가스 정제, 타르 증류 공정
- 2) 하수구 작업, 우물 파는 작업
- 3) 셀로판 제조, 비스코스레이온 제조, 펄프공장, 가죽 가공
- 4) 식품가공탱크 및 발효탱크의 청소, 사이로(silo) 작업
- 5) 황산과 타 화학물질의 혼합 작업, 바리움염 제조 등

※ 대부분의 경우 황화수소뿐만 아니라 일산화탄소, 암모니아, 아황산가스, 탄산가스, 메탄 등 다양한 가스에 복합적으로 노출된다.

※ 실제로 프랑스 혁명 당시 파리의 하수구에서 황화수소에 중독된 사례가 보고되고 있으며, 우리나라에서도 단무지 제조공장에서 발효조에 들어갔던 근로자가 중독되어 사망한 사례가 있다.

※ 미국 NIOSH의 보고에 의하면 황화수소는 작업장 돌연사의 주요 원인물질로 간주되고 있다.

나. 임상적 물질정보

(1) 흡수 및 대사

- **흡수** : 호흡기계 독성 물질로서 주로 호흡기를 통하여 체내에 들어온다. 점막이나 피부를 통한 흡수는 미미하다.
- **대사** : 흡수된 황화수소는 주로 산화과정으로 황산염(sulfate)이 되는데, 일부는 메틸화(methylation), 메탈로프로테인(methalloproteins) 또는 이황화물을 함유하는 단백질(disulfidecontaining proteins)과의 반응을 통하여 대사된다.
- **배설** : 호흡기를 통하여 체내에 들어 온 황화수소의 10%는 호기를 통하여 그대로 배출되고, 흡수된 황화수소는 대사되어 주로 소변으로 배설된다.
담도를 통한 배설은 소량이어서 간이 배설과정에 중요하게 작용하지 않는 것으로 생각된다. 황화수소는 신장에서 빠른 시간 내에 배설되므로 독성의 축적효과는 나타나지 않는다.

(2) 표적장기별 건강장해

1) 급성 건강영향

- i. **눈, 피부, 비강, 인두** : 저농도에서 중등도의 증기에 노출 시 결막염, 눈부심, 눈물,

각막혼탁, 후각 소실, 비염 등이 발생할 수 있으며, 직접적인 피부 접촉은 통증 및 홍반을 야기한다.

ii. **호흡기계** : 저농도에서 중등도의 증기에 노출 시 기침, 인후통, 쉼 목소리, 가슴이 답답함, 호흡곤란 등의 증상과 기관지염, 폐부종, 폐렴이 발생할 수 있다. 고농도의 증기에 노출 시에는 화학적 질식가스로 작용을 하여 갑작스런 호흡마비 및 저산소증으로 사망에 이르게 된다.

항화수소에 노출된 후 폐 기능의 유의한 저하는 관찰되지 않았다.

iii. **신경계** : 두통, 어지러움, 흥분, 신경과민, 불면증이 나타날 수 있으며, 고농도 노출 시 갑작스런 의식소실 및 허탈이 발생할 수 있다. 그 외 다발성 신경염 및 뇌병증이 발생했다는 보고도 있다.

iv. **심혈관계** : 부정맥이 나타날 수 있다.

v. **조혈기계** : 델타아미노레불린산 합성효소(δ -aminolevulinic acid synthetase), 헴 합성효소 (heme synthetase) 및 적혈구 프로토포르피린(erythrocyte protoporphyrin)의 감소 등 조혈기계의 이상이 보고되었다.

vi. **위장관계** : 메스꺼움 및 위장관 장애를 야기한다.

* 대략적인 농도에 따른 생리적 반응은 다음 표와 같다.

농도(ppm)	생리적 반응	농도(ppm)	생리적 반응
0.008~0.03	냄새 감지의 역치	150	후각신경 마비
10	뚜렷하게 불쾌한 냄새	250	장시간 노출되면 폐부종 유발
25~30	강한 냄새, 그러나 견딜 수 있을 정도임	500	1시간이내에 흥분, 두통, 현기증, 의식상실, 호흡부전 등 전신 증상 나타남
50	결막에 자극 증상을 느낌	700	곧 의식장애가 나타나고 응급구조 조치가 없으면 사망에 이름
100	3-15분 내에 후각 소실 눈과 목에 찌르는 듯한 증상		

2) 만성 건강영향

i. **호흡기계** : 지속적인 노출은 폐부종을 야기한다.

ii. **신경계** : 저농도로 만성적인 노출시 인지장애, 지각 및 운동 속도의 저하, 언어회상 및 기억력의 장애, 기분장애 등이 야기되었다는 보고가 있으며, 급성중독에서 회복된 후 말초신경병증, 건망증, 정신택란 등이 나타날 수 있다.

iii. 심혈관계 : 급성중독에서 회복된 후 서맥, 심비대가 나타났다는 보고가 있다.

iv. 비뇨기계 : 급성중독에서 회복된 후 단백뇨가 나타났다는 보고가 있다.

* 그 외 저농도에 만성적으로 노출되거나 또는 급성 노출된 뒤 수개월 후에 두통, 허약감, 메스꺼움, 구토, 식욕저하, 체중감소, 성욕저하, 결막염, 기침 등과 같은 증상이 나타날 수도 있다. 그러나 급성 노출되었더라도 응급조치가 잘 된 경우에는 이러한 후유증이 오래 지속되는 경우는 많지 않다.

3) 발암성

아직까지 유전독성, 최기작용 그리고 발암성을 시사하는 자료는 없다.

동물과 사람에서 발암물질로 규명 안됨 (IARC : - , ACGIH : -)

(3) 노출기준

1) 기중 노출기준

- 한국(고용노동부, 2013) TWA : 10 ppm (14 mg/m³) STEL : 15 ppm (21 mg/m³)

- 미국(TLV; ACGIH, 2011) TWA : 1 ppm (1.4 mg/m³) STEL : 5 ppm (7 mg/m³)

기준설정의 근거 : 돌연사, 결막 자극, 피로, 두통, 어지러움, 흥분감 등과 같은 신경과학적 증상. 그리고 급 만성 노출에 따른 중추신경계의 영구장애가 발생하는 것을 막기 위하여 권고.

- 미국(PEL; OSHA, 2012) Ceiling : 20 ppm, 50 ppm (10분) STEL : -

- 미국(REL; NIOSH, 2012) Ceiling : 10 ppm (15 mg/m³) (10분) STEL : -

- 유럽연합(OEL, 2012) TWA : - STEL : -

- 독일(DFG, 2012) MAK : 5 ppm (7.1 mg/m³) PL : I(2)

- 일본(OEL; JSOH, 2012) TWA : 5 ppm (7 mg/m³) STEL : -

- 일본(ACL; 후생노동성, 2012) TWA : 1 ppm STEL : -

- 핀란드(사회보건부, 2011) TWA : - STEL : -

(4) 생물학적 모니터링

1) 황화수소 자체에 대한 혈액검사나 소변검사에 대한 자료는 없다.

2) 추후 시행 가능한 건강영향조사를 대비하여 소변 튜브에 날짜, 채취시간, 이름(연번) 표기하여 40~60mL 소변수집

==> -20°C에서 냉동보관(추후 건강영향조사시 수거예정)

(5) 참고문헌

- 1) Budavari, S. (ed.). The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc., 1996. pp 823
 - 2) International Labour Office. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. Vols. I&II. Geneva, Switzerland: International Labour Office, 1983. pp 1090
 - 3) ACGIH. Documentation of the TLV's and BEI's with Other World Wide Occupational Exposure Values. Cincinnati. 2010.
 - 4) Sullivan, J.B. Jr., G.R. Krieger (eds.). Hazardous Materials Toxicology-Clinical Principles of Environmental Health. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1992. pp 712-714
 - 5) Booth, N.H., L.E. McDonald (eds.). Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 5th ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1982. pp 959
 - 6) USEPA; Health and Environmental Effects Profile for Hydrogen Sulfide p.118-8 (1980) ECAO-CIN-026A
 - 7) NIOSH: Occupational Exposure to Hydrogen Sulfide p.79 (1977) DHEW (NIOSH) Publication # 77-158
 - 8) Gosselin, R.E., R.P. Smith, H.C. Hodge. Clinical Toxicology of Commercial Products. 5th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1984. pp III-200
 - 9) Lewis, R.J. Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 9th ed. Volumes 1-3. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1996. pp 1843
 - 10) Zenz, C., O.B. Dickerson, E.P. Horvath. Occupational Medicine. 3rd ed. St. Louis, MO. 1994. pp 886
 - 11) Matheson; Guide to Safe Handling of Compressed Gases 2nd ED. 1983. pp 15
 - 12) Morse DL, Woodbury MA, Rentmeester K, Farmer D. Death caused by fermenting manure. JAMA 1981;2:245(1):63-4.
 - 13) Bhambhani Y, Burnham R, Snydermiller G, MacLean I, Lovlin R. Effects of 10-ppm hydrogen sulfide inhalation on pulmonary function in healthy men and women. J Occupat Environ Med 1996;38(10):1012-7.
 - 14) Hessel PA, Herbert FA, Melenka LS, Yoshida K, Nakaza M. Lung health in relation to hydrogen sulfide exposure in oil and gas workers in Alberta, Canada. Am J Ind Med. 1997;31(5):554-7.
 - 15) Tenhunen R, Savolainen H, Jäppinen P. Changes in haem synthesis associated with occupational exposure to organic and inorganic sulphides. Clin Sci (Lond). 1983;64(2):187-91.
-

16) Kilburn KH. Exposure to reduced sulfur gases impairs neurobehavioral function. South Med J 1997;90(10):997-1006.

다. 주요 문헌항목

- 소량에서도 황화수소는 강한 썩은 계란 냄새를 낸다.
- 지속적으로 노출 되거나 높은 농도에서의 중독으로 환자의 후각을 소실시킬 수 있다.
- 황화수소의 노출 후에는 증상이 즉시 나타난다.
- 저농도의 노출 시에는 눈, 코, 목의 자극 증상을 유발한다.
- 중증도의 노출 시에는 기침과 호흡 곤란 뿐만 아니라 두통, 어지러움, 오심과 구토를 유발 할 수 있다.
- 고농도의 노출 시에는 쇼크, 경련, 혼수, 사망에까지도 이를 수 있다.
- 일반적으로는 염산 노출의 정도가 심할수록 증상 또한 심해진다.

- ▶ 호흡 곤란, 짧아진 호흡 또는 천명음(호흡시 "쌉쌉" 거리는 소리)
- ▶ 쇠 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

(1) 현재 주된 증상(주소)

- 1) 화학사고 이후 노출에 의해 발생한 증상
 - 작성된 설문지를 활용하여 현재의 주된 자각증상을 확인한다.
 - 특유의 자각증상 없이 막연한 산발적 증상을 호소하는 경우에도 설문지 작성외의 증상 들은 기술하고 필요시 추적 조사하여 확인한다.
 - 임상적 진단에 있어 임상진찰이나 임상검사 못지않게 중요한 것이 자각증상의 조사이다.

(2) 직업력, 거주지

- 1) 작성된 설문지를 활용하여 화학사고 이후 노출에 의해 발생한 증상과 관련이 있을 만한 직업력 및 거주지에 관한 정보를 상세화한다.
 - 현재 직업력 : 업체명, 직종, 작업형태, 기간, 취급물질 등 직접 종사 작업

- 현재 거주지 (현 거주지가 화학물질 노출지역인 경우 중요)

(3) 노출력 조사

※ 작성된 설문지를 활용하여 화학사고 당시의 노출력에 대해 아래와 같이 확인한다.

- 1) 노출시 노출원과의 거리
- 2) 노출시간
- 3) 노출시 상황(야외 활동, 실내근무, 보호구 착용여부 등 직접노출, 간접노출 등에 관한 정보)
- 4) 대피여부 및 대피방법, 대피시 상황 등
- 5) 노출지역 주변의 식물(벼, 과수 등 농작물)의 고사 여부, 사업장 및 주택 등 건물 손상 여부

(4) 과거 병력조사

- 1) 작성된 설문지를 활용하여 화학사고 이후 노출에 의해 발생한 증상과 관련이 있을만한 과거 병력에 관한 정보를 상세화한다.
- 2) 과거병력 조사의 구체적인 내용
 - 일반 질병과 화학사고 이후 노출에 의해 발생한 증상과 관련 질환의 가능성이 높은 질병으로 나누어 치료력이 있는 질병 및 외상에 관하여 조사한다.

(5) 현병력 및 생활습관 조사

- 현재의 이환상황 및 현재의 치료질병에 관하여 확인한다.
 - 화학물질 노출 이후 발현 증상과 관련이 있는 질병에 관해서 조사한다.
- 1) 현 병명
 - 2) 치료방법
 - 3) 시기 : 치료개시시기
 - 4) 생활습관 : 흡연력, 음주력 등

라. 이학적 검사항목

- ※ 호흡기(특히 상기도)·눈·피부·비강·인두·구강·심장에 유의하여 진찰
 - ※ 돌연사, 결막 자극, 피로, 두통, 어지러움, 흥분감 등과 같은 신경과학적 증상 등 급·만성 노출에 따른 중추신경계의 영구장애가 발생 가능성을 염두에 두고 진찰
 - ※ 황화수소에 노출이 의심된 모든 환자는 24시간 경과 후 호흡기, 심장, 피부, 눈, 비강, 인후두의 손상 등에 대해 추적관찰 하여야 한다.
 - ※ 폐부종 등 호흡기계 손상 및 피부 손상의 발생은 노출 후 최대 48시간 이상 지연되어 나타날 수 있다.
-

(1) 전신상태

- 활력징후 체온, 맥박, 호흡수, 혈압, 신장과 체중
- 체중변화, 권태감, 피로감, 발열, 오한, 발한, 식욕부진, 불면 등
- 정신상태 : 불안, 불면, 의식상태, 감정, 주의력, 기억력 등

(2) 호흡기계, 심혈관계

1) 폐음 확인

- 기침, 가래, 호흡곤란, 객혈, 흉통, 천명음 등 호흡기계 손상여부 확인 중요함
- 호흡음, 호기의 연장, 습성 라음, 건성 라음, 기침후의 라음(posttussive rales), 마찰음(friction rub), 천명, 흉성(pectoriloquy), 기관지성(bronchophony)

2) 심음 확인

- 부정맥, 심계항진, 청색증 등 심장이상 소견 확인

(3) 정신 신경계

- 초조, 불안, 우울, 불면, 조증 등
- 두통, 현기증, 외상, 동통, 강직(stiffness), 종창
- 성격 혹은 정신상태의 변화, 기억력 저하, 지각장애, 감각장애, 보행장애, 근력저하 혹은 마비, 운동실조 등
- 행동 : 행동과잉, 무의지증, 실행증(apraxia)
- 구음장애(dysarthria), 발성장애(dysphonia), 실어증(aphasia)
- 신경근성 분포의 동통, 이상감각 및 근력저하, 양측성 원위부 감각장애

(4) 이비인후과계

- 인후두 점막 자극증상 및 소견기술 (특히 후두부 발적소견)
- 구강 : 구취, 잇몸출혈, 구강점막의 병변, 타액분비항진, 구내건조감, 혀의 동통, 지각이상, 미각장애, 설태, 궤양, 색소침착, 점막진(enanthem)
- 성대 : 쉼소리, 발성장애
- 귀 : 청력장애(난청), 이명, 현훈, 분비물(이루), 이통
- 코 : 분비물, 비출혈, 비폐색, 궤양, 후각 장애

(5) 안과적 소견

- 시력장애, 복시, 암점, 안구작열감, 눈물, 동통, 건조, 발적, 창백, 충혈, 점상출혈(petechiae), 각막혼탁, 반흔, 궤양 등 각막손상 여부

(6) 피부과적 소견

- 색조의 변화, 정상(긴장도, 습윤도, 경도), 피부발열, 부종, 발진, 반점, 혈관확장, 수장홍반, 출혈, 발한(sweating), 피부홍조(flushing), 피부퇴색(bleaching)
- 피부 통증, 발진, 수포, 가려움증, 모발 및 손톱의 변화색조, 손톱의 변형, 황달

마. 임상검사 항목

(1) 혈액 및 소변검사

- 1) CBC c Diff
- 2) Electrolyte Panel (5종 Na, K, Cl, P, Ca)
- 3) RFT (BUN/Cr), UA (10종), Serum lactate
- 4) LFT (AST/ALT, Total bilirubin, direct bilirubin, indirect bilirubin)
- 5) Glucose, T.CHO, LDL, HDL, TG
- 6) 생물학적 노출지표 검사 : (-)
소변 튜브에 날짜, 채취시간, 이름(년번) 표기하여 40~60mL 소변수집
==> -20°C에서 냉동보관(추후 건강영향조사시 수거예정)

(2) 호흡기 및 심혈관계 검사

- 1) Chest PA/Lat
- 2) EKG
- 3) 선택검사 항목
==> Cyanide Kit 사용시 : Methemoglobin level을 측정한다.
==> 호흡기 증상 호소 시 : PFT, HRCT, Pulse Oximetry, ABGA, CoHb
==> 가슴 갑갑함 등 심장관련 증상 호소시 : Cardiac Marker

※ 황화수소 노출시 해독제

- 아질산염 치료(시안화물 해독제 키트에서 쓰이는)는 황화수소 노출에 대한 치료로 제시되어왔다.
 - 아질산염 치료와 같은 해독제의 사용으로 황화메트헤모글로빈을 형성하여 조직에 있는 황화수소에서 황화물을 제거하여 회복을 도울 수 있다.
 - 아질산아밀 캡슐을 깨뜨려 거즈 패드에 적시어 코 밑과 앰부 밸브 입구위에 놓거나 안면 마스크의 입술 아래에 놓는다.
 - 정맥로가 확보될 때까지 매 분마다 30초 동안 흡입하며 아질산나트륨 투여가 지연된다면 매 3분마다 새로운 캡슐을 사용한다.
-

바. 응급처치 지침

- (1) 내원 전 제염 처치를 받았거나 황화수소에 노출이 되었으나 피부, 눈 자극 증상이 없는 환자는 즉시 중환자 처치 구역으로 옮긴다.
(제염자의 보호구 사용이 어린이 환자들에게는 공포심을 유발하여 추가 처치에 대한 순응도를 낮출 수 있음을 주의한다.)
- (2) 황화수소는 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.
(단, 황화수소를 함유한 용액에 많이 적셔진 옷을 입은 환자를 다룰 경우는 접촉이나 호흡에 의해 2차 오염이 될 수 있으므로 주의해야 한다.)
- (3) 환자가 병원 내원 전 단계에서 단순히 황화수소 기체에 노출되었고 제염 처치를 받았으며 피부나 눈의 자극 증상이 없다면 전문 생명 소생술(Advanced Life support, ALS) 프로토콜에 따라 ABC(Airway, Breathing, Circulation)순서로 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.
- (4) 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 노인환자에게 심부정맥 발생의 위험을 증가시킬 수 있다. 황화수소 중독이 기관지나 심장 증감제의 사용동안에 부가적인 위험을 유발하는지 여부는 알려져 있지 않다.
- (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 심근 다양성에 주의하며 필요에 따라 매 20분마다 연무제 사용을 반복한다.
- (6) 혼수상태, 저혈압, 경련 발작, 심실 빈맥이 있는 환자는 기존의 방식대로 치료하여야 한다.
- (7) 아질산염 치료(시안화물 해독제 킷에서 쓰이는)는 황화수소 노출에 대한 치료로 제시되

어왔다. 아질산아밀 캡슐을 깨뜨려 거즈 패드에 적시어 코 밑과 앰부 밸브 입구위에 놓거나 안면 마스크의 입술 아래에 놓는다. 정맥로가 확보될 때까지 매 분마다 30초 동안 흡입하며 아질산나트륨 투여가 지연된다면 매 3분마다 새로운 캡슐을 사용한다.

- (8) 이와 같은 치료는 황화메트헤모글로빈을 형성하여 조직에 있는 황화수소에서 황화물을 제거함으로써 회복을 도울 수 있다. 시안화물 해독제 킷의 구성 요소 중 티오황산염나트륨까지는 사용할 필요가 없다. 아질산염치료의 해독제로서의 효용성은 논란이 많지만 현재 황화수소에 즉시 노출된 후에 사용될 수 있는 것으로 추천되고 있다. 황화수소 노출 후 수 분이 지난 후 아질산염치료의 유용성에 대해서는 의문이 제기되고 있다. 황화수소 노출 후에 아질산염 치료가 효과적이었다는 군과 대증적인 치료만으로 후유증 없이 생존한 군이 있었다는 일례의 증거만이 있다. 적절한 환기와 산소 공급에 방해가 되는 경우에 아질산염치료는 시행하지 않도록 한다.

[화상 시 처치]

- (1) 우선 환자 제염이 확인되면 환자를 중환자 처치 구역으로 옮겨 온열 화상에 준해 치료한다.
- (2) 해독제 투여와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다.
- (3) 모든 노출 환자들을 대상으로 systemic toxicity 측정을 위하여 CBC, blood glucose, electrolyte, LFT, cardiac marker, serum lactate and urinary analysis, chest radiography, and pulse oximetry, CoHb, ABGA, ECG 모니터링을 시행한다. Cyanide Kit 사용시 Methemoglobin level을 측정한다.

[동상 시 처치]

- (1) 우선 환자 제염이 확인되면 환자를 중환자 처치 구역으로 옮겨 동상에 준해 치료한다. 40~42°C 사이의 온도의 수조에 20~30분가량 손상부위를 두어 재가온 치료를 하며 동상 부위의 혈액 순환이 돌아 올 때까지 계속한다.
- (2) 해독제 투여와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다.
- (3) 모든 노출 환자들을 대상으로 systemic toxicity 측정을 위하여 CBC, blood glucose, electrolyte, LFT, cardiac marker, serum lactate and urinary analysis, chest radiography, and pulse oximetry, CoHb, ABGA, ECG 모니터링을 시행한다.
-

Cyanide Kit 사용시 Methemoglobin level을 측정한다.

[눈 노출 환자의 처치]

- (1) 제염 단계에서 눈 부위 노출 확인 시, 적어도 5분 동안 생리 식염수로 씻어내야 한다. 단, 눈에 동상이 있을 시 세척은 금기이다.
(단, 황화수소와 반응을 일으켜 손상을 줄 수 있는 다음의 약물들은 같이 투여함을 피한다.
예) strong oxidizers, strong nitric acid, and metals.
- (2) 중환 처치 구역으로 옮긴 후에는 적어도 5분 동안 생리 식염수로 세척해야 한다. 시력 (Visual acuity)를 테스트한다. 각막 손상 가능성을 고려하여 눈을 검사하고 적절히 치료한다. 각막 손상이 있는 경우는 즉각 안과 협진을 시행한다.
- (3) 해독제 투여와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다.
- (4) 모든 노출 환자들을 대상으로 systemic toxicity 측정을 위하여 CBC, blood glucose, electrolyte, LFT, cardiac marker, serum lactate and urinary analysis, chest radiography, and pulse oximetry, CoHb, ABGA, ECG 모니터링을 시행한다. Cyanide Kit 사용시 Methemoglobin level을 측정한다.
- (5) 노출된 후 전신 독성 발현이 있는지 4~6시간 동안 증상과 징후를 지켜본다.

[호흡기 노출 환자의 처치]

- (1) 호흡기 증상을 호소하는 환자들에게는 마스크로 추가적인 산소를 투여한다. 기관지 연축이 있는 환자들은 연무화된 기관지 확장제로 치료한다. 다수의 화학 물질에 노출된 상황에서 기관지 증감제를 사용하는 것은 부가적인 위험을 초래할 수 있다. 어떤 종류의 기관지 확장제를 투여할지 선택하기 전에 우선 심근의 건강상태를 고려해야한다.
- (2) 심장 증감제는 적절히 쓸 수 있지만 특정 화학 물질에 노출된 후에 심장 증감제의 사용은 특히 노인환자에게 심부정맥 발생의 위험을 증가시킬 수 있으므로 투여를 신중히 고려한다.
- (3) 천명음이 들리는 소아 환자에게는 racemic epinephrine 연무제를 사용한다. 2.5cc 생리 식염수에 2.25% racemic epinephrine 용액 0.25~0.75ml를 혼합하여 심근 다양성에 주의하며 필요에 따라 매 20분마다 반복한다.

- (4) 모든 노출 환자들을 대상으로 systemic toxicity 측정을 위하여 CBC, blood glucose, electrolyte, LFT, cardiac marker, serum lactate and urinary analysis, chest radiography, and pulse oximetry, CoHb, ABGA, ECG 모니터링을 시행한다. Cyanide Kit 사용시 Methemoglobin level을 측정한다.
- (5) 24시간동안 환자를 관찰하고 적절한 검사들과 흉부 검사들을 필요시 반복한다. 임상적으로 지침이 되면 외래 추적 경과 관찰을 한다.
- (6) 노출 후에 최소 4~6시간 동안 무증상인 환자들은 증상 발현 시 즉시 의료적 처치를 구할 수 있게 해줄 지침서를 받아 가지고 퇴원 한다.

사. 상급기관 전원 지침

- (1) 임상진찰 결과 심각한 수준으로 노출되었거나, 호흡기계, 뇌·심혈관계 등의 허혈성 손상 소견이 있는 환자는 상급기관으로 전원의뢰 한다.
- (2) 음독했거나 피부나 눈, 인후두 부위에 직접 황화수소에 접촉한 병력이 있는 환자는 상급기관으로 전원의뢰 한다.
==> 지연 효과를 파악하기 위해 외래에서 최소 4시간에서 6시간 이상 경과 관찰을 해야 한다.
==> 지연 효과를 파악하기 위해 모든 환자는 24시간 이내에 증상에 관한 문진 및 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 소변, 혈액 검사를 재차 받아야 하며 각막 손상 환자들은 24시간 이내에 안과 외래 재진을 받아야 한다.
- (3) 상급기관 전원 사유
==> 황화수소 노출에 의한 화상, 폐손상, 중추신경계 손상, 뇌·심혈관계 등의 허혈성 손상이 발생한 경우 추가적 조치 및 해독제의 사용을 위해서이다.

아. 외래진료 및 추적관찰 지침

- (1) 노출이 의심되어 의료기관을 방문한 모든 환자는 노출평가 설문조사와 기본적인 문진, 이학적 검사, 임상적 검사를 시행한다.
-

- (2) 짧은 시간의 호흡기 노출이고 무증상인 환자인 경우, 1시간 이상 증상 발현 여부 관찰 후 증상이 없으면 연락처를 남기고, 환자용 물질정보 시트와 증상 발현시를 대비한 의학적 후속조치 안내 지침서를 받아서 귀가 할 수 있다.
- (3) 노출 후에 최소 4시간에서 6시간 동안 무증상인 환자들 또한 환자용 물질정보 시트와 추후 증상 발현시를 대비한 의학적 후속조치에 관한 지침서를 받고 귀가하도록 한다.
- (4) 노출이 의심되어 진료를 받은 모든 환자들은 반드시 24시간 후 다시 진료하고 자각증상에 관해 문진 및 혈액, 소변검사, 흉부방사선 추적검사 등을 시행한다.
- (5) 24시간 지연되어서 발현되는 증상이 있다면 필요에 따라 추가적 검사와 추적 흉부방사선 검사를 시행할 수 있다.
- (6) 대부분의 화학물질 노출에 따른 지연 증상은 48시간 이내에 발현된다.
- (7) 48시간 경과 이후에도 추가적인 발현 증상이 없다면, 이후부터는 대증적 치료를 시행한다.

자. 건강조사를 위한 참고사항

- (1) 설문조사 및 외래진료 결과, 진료 의료인은 화학사고 노출과의 관련성에 대해 (관련있음/관련없음) 등으로 판정하여 의견을 기술한다.
※ “관련 있음”으로 판정된 환자는 별도의 명단 작성하여 관리하도록 한다.
- (2) 추후 시행 가능한 건강영향조사를 대비하여 생물학적 노출지표 검사용 소변을 40~60mL정도 수집하여 튜브에 날짜, 채취시간, 이름(연번) 표기하고 -20°C에서 냉동보관한다. (추후 건강영향조사단에서 수거 또는 폐기 안내예정)
- (3) 건강영향조사단의 특별한 지시가 없을 경우에는 소변 시료만 채취한다.

차. 환자용 물질정보 시트

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

1. 황화수소란 무엇입니까?

황화수소는 극도로 빠르게 작용하며, 고독성이며 썩은 계란 냄새가 나는 무색의 기체입니다. 유기 물질이 부패하면서 자연적으로 생성되며 하수구 쓰레기, 액체화된 기름, 유험 온천, 천연 가스에서 방출됩니다. 황화수소는 일부 산업에서 사용되며 석유 정제, 채굴, 레이온 제조와 같은 많은 산업 작업 과정의 부산물로 발생합니다.

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

소량에서도 황화수소는 강한 썩은 계란 냄새를 냅니다. 그러나 지속적으로 노출되거나 높은 농도에서는 중독이 피해자의 후각을 소실시킬 수 있습니다. 그러므로 만약 썩은 계란 냄새를 더 이상 알아챌 수 없더라도 이것이 노출이 멈췄음을 반드시 의미하는 것은 아닙니다.

심각한 노출 후에는 보통 증상이 즉시 나타납니다. 낮은 레벨의 노출 시에는 황화수소는 눈, 코, 목의 자극 증상을 유발하며, 중증도 레벨의 노출 시에는 기침과 호흡 곤란 뿐만 아니라 두통, 어지러움, 오심과 구토를 유발 할 수 있습니다. 높은 수준의 노출 시에는 쇼크, 경련, 혼수, 사망에까지도 이를 수 있습니다. 일반적으로 심각하게 노출 될수록 증상도 심합니다.

3. 황화수소 노출에 의한 증상은 치료 될 수 있습니까?

황화물 중독에 대해서 검증된 해독제는 없으나 황화수소의 효과는 치료될 수 있고 일부 노출 환자들은 건강을 회복하였습니다. 현재 권장되는 치료는 산소 흡입과 필요시 아질산염 흡입 및 아질산나트륨 정주입니다. 심각하게 노출된 환자들은 입원 치료를 받아야 합니다.

4. 향후 장기간 건강상의 영향이 발생할 수 있습니까?

소규모 단일 노출에 의해 발생한 증상이 빠르게 회복된 사람들은 증상이 지연되어 재발하거나 장기간 인체영향을 일으킬 가능성이 낮습니다. 반면 중증도 노출은 잔여 손상이 올 수 있고 심한 노출인 경우에는 혼수와 심장, 뇌에 손상을 줄 수 있는 경련 발작이 올 수 있습니다.

5. 황화수소에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

혈액이나 소변에서 황화물을 검출하는 검사는 일반적으로 의사에게 유용하진 않습니다.

만약 심각한 정도의 노출이 발생했다면 혈액, 소변, 다른 검사들이 뇌, 신경, 심장, 콩팥이 손상되었는지를 밝혀 줄 수 있습니다. 만약 황화수소를 흡입했다면 폐의 손상 여부를 판단하기 위하여 혈액 검사와 흉부 X-ray 검사가 필요할 수 있습니다. 모든 경우에 검사가 필요한 것은 아닙니다.

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

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건센터로 연락하시기 바랍니다.

카. 환자용 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 "쌩쌩" 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 하지 마세요.

[] 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 : _____