KOSHA GUIDE

H - 181 - 2021

직업성 염소 급성중독 진료지침

2021. 10.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 제정자: 성균관대학교 강북삼성병원 예방건진센터 이원철

○ 제·개정 경과

- 2016년 11월 산업의학분야 제정위원회 심의(제정)
- 2021년 8월 산업의학분야 표준제정위원회 심의(법령 및 규격 최신화)

○ 관련규격 및 자료

- 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 근로자 건강진단 실무지침: 제3권 유해인자별 건강장해, 가스상 물질류-7. 2020-산업안전보건연구원-351
- BASF Chemical Emergency Medical Guidelines. Chlorine (Cl_2) Code: E003-008. 2012

○ 관련법규・규칙・고시 등

- 산업안전보건법 제39조(보건조치)
- 제104조(유해인자의 분류기준), 제105조(유해인자의 유해성·위험성 평가 및 관리), 제106조(유해인자의 노출기준 설정), 같은 법 시행령 제84조(허용기준 이하 유지 대상 유해인자)
- 산업안전보건법 제130조(특수건강진단)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편 보건기준 제1장 관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방

○ 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(http://kosha.or.kr) 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자: 2021년 10월
제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

KOSHA GUIDE
H - 181 - 2021

직업성 염소 급성중독 진료지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제39조(보건조치), 제104조(유해인자의 분류기준), 제105조(유해인자의 유해성·위험성 평가 및 관리), 제106조(유해인자의 노출기준 설정) 및 산업안전보건법 제130조(특수건강진단) 및 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제3편(보건기준) 제1장(관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방)의 규정에 의하여 작업장에서 염소를 취급하거나 노출되는 근로자에서 발생 가능한 급성 중독에 대한 진료를 위한 기술적인 사항을 정하는 것을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 염소(chlorine)를 제조, 취급하는 모든 작업장에 적용한다.

3. 정 의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) □응급처치”란 사고나 질병으로 갑자기 재해자가 발생하였을 때, 그 재해자가 의료기관에 도착하기 전까지 행해지는 즉각적이고 임시적인 처치를 말한다.

(나) □재해자”란 업무에 기인하거나 또는 업무와 관계없는 사고나 질병으로 인하여 사망 혹은 부상하거나 위급한 상황에 처한 자를 말한다.

(다) “급성중독(acute intoxication)”이란 생체가 약물・독물・소독 등의 작용으로 인한 상해를 나타내는 것을 중독이라 하고, 급격한 발생과 경과를 취하는 것이 급성중독이다. 급성중독은 1회 또는 수회의 투여, 섭취, 흡입 또는 접촉에 의해서 생체의 기능, 또는 조직에 장애를 일으킨 경우를 말한다. 같은 물질이라도 그 양이나 흡수 상황에 따라서 중독의 발생이 좌우된다.

(라) “해독제(antidotes)”란 생체에 들어간 독물의 약화, 불활화 또는 흡수의 방지를 목적으로 한 것이다. 화학적 해독제로서는 산과 알칼리(중화), 염화발륨과 황산마그네슘(침전), 짙은 차(타닌산)와 스트리키니네, 아포모르핀, 아연, 동, 수은(침전)등이 있고 독물을 흡착하는 활성탄과 카올린, 그리고 흡수를 방지하는 것으

로서 우유나 난백(卵白)을 들 수 있다.

(마) “자급식(SCBA : self contained breathing apparatus) 호흡용 보호구”란 신선한 호흡용 공기만을 공급하는 방식으로서 호흡용 보호구 사용자의 몸에 지닌 압력공기실린더, 압력산소실린더, 또는 산소발생장치가 작동되어 호흡용 공기가 공급되도록 한 형태의 호흡용 보호구를 말한다.

(바) “해독제(antidotes)”란 생체내 들어간 독물의 약화, 불활화 또는 흡수의 방지를 목적으로 한 것이다. 화학적 해독제로서는 산과 알칼리(중화), 염화발륨과 황산마그네슘(침전), 짙은 차(타닌산)와 스트리키니네, 아포모르핀, 아연, 동, 수은(침전)등이 있고 독물을 흡착해 버라는 것으로서 활성탄이나 카올린, 흡수를 방지하는 것으로서 우유나 난백(卵白)을 들수 있다.

(2) 그밖에 용어의 뜻은 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따른다.

4. 염소의 물리화학적 성질

염소는 상온에서 녹황색의 자극적인 냄새가 나는 가스이며, 비연소성의 특성을 가진다. 일정 압력 아래에서나 끓는점(-34℃) 이하에서는 투명한 호박색의 액체 상태로 존재한다. 강한 산화제이고 많은 물질들과 폭발적으로 반응하기도 하며, 폭발성 화합물을 형성하기도 한다. 염소는 물에 잘 녹지 않지만, 습기에 노출 시 차아염소산 (HClO) 및 염산 (HCl)을 형성한다. 불안정한 차아염소산은 쉽게 분해되어 활성산소(oxygen free radical)를 생성한다. 물은 염소의 산화력과 부식력을 증가시킨다.

<표 1> 염소의 물리화학적 특성

구분	염소
화학식	Cl_2
CAS No.	7782-50-5
분자량	70.91
비중	2.48 (상온), 1.4085 (액체, 20℃ 6.864기압)
끓는점(°C)	-34.05
인화점(°C)	해당 없음
증기압(mmHg, 25°C)	5.83×10^3
용해도	물에 용해되어 액상 염소, 차아염소산, 염화이온을 형성한다.

5. 용도 및 노출

(1) 용도

(가) 염소는 금속 염화물, 염소화 용매, 작물보호제, 중합체 및 합성 고무의 제조 등에 사용된다. 종이와 섬유 제조에서 표백제로도 사용된다.

(나) 염소는 1700년대부터 섬유의 표백제로 사용되기 시작하였다. 1900년대에 들어서는 종이와 펄프 표백에도 사용되었으며, 장티푸스와 같은 수인성 감염병의 예방을 위해 물을 소독하는 용도로도 사용되었다.

(다) 염소가스 뿐만 아니라 하이포아염소산칼슘(calcium hypochlorite, Ca(ClO)2)과 하이포아염소산나트륨(sodium hypochlorite, NaOCl)과 같은 분말 및 수용액 형태로 제조되어 광범위한 산업에 사용하고 있다.

- PVC(폴리염화비닐)와 같은 플라스틱 제조업
- 펄프 및 종이 제조업
- 금속가공, 드라이클리닝, 전자산업 등에 사용되는 염소계 용제 제조업
- 상수도시스템, 수영장 등의 정수
- 제약업

(2) 노출

(가) 염소는 알칼리 및 금속과의 반응성이 크고, 생성된 염산에 의한 인체독성이 강하며, 다른 물질과 반응하여 폭발 및 발화의 위험이 있어 취급시 상당한 주의가 필요하다.

(나) 염소의 노출 기준은 TLV-TWA 0.5 ppm (1.5 mg/m^3), STEL 1 ppm (3 mg/m^3) 이다.

6. 염소의 체내동태

(1) 흡수

(가) 호흡기

염소 노출은 대부분 호흡기를 통해서 일어난다. 일반적으로 위해한 농도 수준은 냄새와 자극적인 성질 때문에 노출 초기에 인지할 수 있다. 그러나 낮은 농도에 장기간 노출되면 후각피로와 내성이 발생할 수 있다. 염소는 공기보다 무겁기 때문에 환기상태가 좋지 않거나, 저지대 또는 밀폐된 공간에서 질식을 유발한다.

(나) 피부/눈 접촉

액체/기체 상태의 염소가 습한 상태의 피부에 닿으면 심각한 화학 화상과 이에 따른 세포괴사와 궤양이 발생한다.

(다) 구강

상온에서 기체상태이므로 구강을 통한 섭취는 흔하지 않지만, 염소를 발생시키는 용액을 삼킨 경우 소화기계 부식이 발생한다.

(2) 분포 및 대사

(가) 생체 내에서 높은 pH로 인해 차아염소산으로 변환되어 세포에 침투하여 손상을 일으킨다.

(나) 염소이온 형태로 소변과 대변으로 배설된다.

(다) 반감기 : 쥐에서 제거 반감기는 44~88시간이다.

7. 염소의 급성 건강영향

(1) 호흡기

저농도의 염소에 노출되면 인후통과 기침이 발생한다. 고농도의 염소를 흡입한 경우 가슴통증, 호흡곤란, 후두경련 및 폐부종 등과 함께 호흡부전으로 빠르게 진행한다. 또한 고농도의 염소 가스 노출은 구역, 구토 및 심한 기침을 유발한다.

폐 손상은 여러 시간에 걸쳐 진행된다. 염소 중독은 호흡기 및 심혈관 부전을 유발한다.

(2) 피부

고농도의 염소에 닿은 피부와 점막은 심부 화상 및 흉터를 남긴다. 저농도의 염소 역시 극심한 통증, 발적, 염증, 물집 등을 유발할 수 있다. 액체 염소에 닿으면 동상이 발생한다.

(3) 눈

저농도 염소가스가 눈에 닿으면 자극증상과 함께 눈꺼풀 경련, 비자발적 눈감김, 발적 및 눈물을 유발한다. 고농도 염소가스는 각막 화상을 유발한다.

(4) 잠재적 후유증

급성 노출 후 폐기능은 7~14일 후에 정상으로 회복된다. 대개 완전히 회복되지만, 증상과 폐기능 장애가 지속되기도 한다.

비특이적 물질에 대한 기도과민성이 지속될 수 있으며, 기관지경련 및 만성염증이 지속될 수도 있다. 염소에 의한 반응성기도과민증후군이 수 년 간 지속된 보고가 있다. 폐조직이 손상되어 만성적인 기관지확장 상태 및 이로 인해 감염에 더 취약할 수도 있다.

지속적으로 염소에 노출되면 만성폐쇄성폐질환과 치아부식이 발생할 수 있다.

8. 응급처치

8.1 작업장에서의 구조자를 위한 권고 사항

(1) 구조자의 안전확보

(가) 안전확보

구조자가 위험하다면 재해자에게 접근하지 말고 재해자를 도울 수 있는 다른 방법을 선택하거나, 보호 장비를 갖춘 후에 접근하여야 한다. 재해자가 염소 가스에만 노출된 경우에는 재해자에 의한 이차 오염의 위험은 심각하지 않다. 반면에 환자의 옷이나 피부가 액체 상태의 염소에 오염된 경우에는 직접접촉이나 기화된 가스를 통해 구조대 및 의료인에게 이차 오염을 일으킬 수 있다.

(나) 필요보호구 착용

현장이 염소에 노출된 것으로 추정된다면 압력조절(pressure-demand) 자급식 호흡용 보호구 및 화학물질로부터 보호할 수 있는 옷을 착용하여야 한다. 이 때 이미 오염된 장비를 사용해서는 안 된다.

(2) 오염제거

(가) 염소 가스에만 노출된 후 피부와 눈에 자극증상이 없는 경우를 제외한 모든 경우에는 오염제거가 필요하다.

(나) 노출된 피부와 모발을 흐르는 물에 15분 이상 씻어내며, 눈에 들어가지 않게 주의한다. 씻어내는 동안 그 외 일반적인 처치를 한다.

(다) 노출되거나 자극이 있는 눈을 흐르는 물 또는 식염수에 15분 이상 씻어낸다. 콘택트렌즈를 착용하고 있는 경우 눈의 손상 없이 제거가 가능하다면 제거한다. 씻어내는 동안 그 외 일반적인 처치를 한다.

(3) 응급조치 (C, A, B)

노출된 환자는 즉시 오염된 장소에서 빼내야만 한다. 만약 환자가 걸을 수 있다면, 반드시 걸어서 그곳을 빠져 나와야 한다. 하지만 걸을 수 없는 환자 상태라면 판자나 들것을 이용해 이동 한다.

(가) 즉각적인 구조조치는 C A B 소생법을 따른다.

C: 심정지 확인 (맥박을 확인하고, 맥박이 없으면 심폐소생술을 시작.)

A: 기도 개방 (기도가 혀나 이물에 의해 막히지 않게 한다.)

B: 호흡 (환자가 호흡을 하는지 확인하고, 만약 호흡이 없으면 적절한 보호 장치를 이용하여 환기를 제공한다. 예> 포켓 마스크)

(나) 자세한 사항은 KOSHA 가이드 H-59-2017 “현장 심폐소생술 시행 지침”을 참고한다.

(4) 추후 조치

노출 가능성이 있는 사람들은 즉시 의료진을 방문하여 처치를 받게 한다.

8.2 현장/병원/응급실에서 근무하는 응급구조사와 의사를 위한 권고사항

(1) 구조자의 안전확보

8.1 내용 참조

(2) 오염제거
8.1 내용 참조

(3) 응급조치 (C, A, B)
8.1의 내용 참조

(4) 최초 처치
(가) 염소에 대한 해독제는 없으므로 경험적 치료를 한다.
(나) 다음의 경우에는 (다)의 치료과정 ①~③을 실시한다.
- 2.8 ppm 이상의 농도에 노출된 경우
- 안구자극, 호흡기 증상 등이 발생한 경우
- 노출되었으나 노출농도를 잘 알 수 없는 경우
(다) 치료 과정
① 흡입치료 : 베클로메타손 8모금 흡입 (beclomethasone dipropionate 800 μg)
② 정맥주사경로 확보
③ 50 ppm 이상의 농도에 노출된 경우, 메틸프레드니솔론 1.0 g을 정맥투여 (또는 등가의 스테로이드)
(라) 저산소혈증 또는 심각한 흡입 노출의 징후가 있는 경우, 가습산소요법을 실시한다. 호흡능력이 억제된 상황에서는 기도삽관, 윤상갑상연골절개 등을 고려한다.
(마) 기관지 경련을 보이는 환자에 대해서는 아래의 처치를 할 수 있다.
① 에어로졸 형태의 정량흡입기를 통한 β_2-선택적 교감신경 작용제 흡입 (예> terbutaline 또는 salbutamol 또는 fenoterol 4모금. 일반적으로 1모금은 각각 0.25 mg의 terbutaline sulfate 또는 0.1 mg의 salbutamol, 또는 0.2 mg의 fenoterol을 함유하고 있다). 필요시 10분 후 1차례 다시 투약할 수 있다. 만약 흡입이 불가능하다면 terbutaline sulfate (0.25-0.5 mg)를 피하주사 또는 salbutamol (0.2-0.4 mg를 15분 동안)을 정맥주사 할 수 있다.
② 만약 ①이 효과가 없거나 불충분한 경우 theophylline (체중 1kg당 5 mg를 20-30분 동안)을 정맥주사 할 수 있다.
③ 만약 ①과 ②가 효과가 없거나 불충분한 경우 정량흡입기를 통해 2모금의 epinephrine (1모금당 0.4 mg) 을 흡입하게 한다. 필요시 5분 후 한 번 더 흡입할 수 있다.
④ 예방적 항생제의 사용은 일반적으로는 권장되지 않으나 객담배양검사 결과에 따라 사용할 수도 있다.

(바) 환자가 2.8 ppm 이상의 농도에 노출되었거나 노출된 것으로 의심되는 경우에는 반드시 병원/응급실로 이송한다.

(사) 피부에 염소가스가 접촉되었거나 염소를 생성하는 용제에 접촉되면 화학적 화상이 발생할 수 있다. 일반적인 화상치료와 같은 방법으로 충분한 수액공급, 진통제 투여, 체온 유지, 무균드레싱 등을 실시한다. 압축액화가스에 노출된 경우 동상도 발생할 수 있다.

(아) 눈 역시 화학적 화상이 발생할 수 있으며, 초기 화상처치와 함께 즉시 안과 전문의에게 진료를 의뢰한다.

(5) 추가적인 평가와 처치

(가) 통상적으로 병력청취, 신체진찰, 활력징후, 산소포화도 감시와 흉부 X선 촬영을 한다.

(나) 폐기능 검사가 이루어져야 하며, 전혈검사와 간기능, 신기능, 당, 전해질을 포함한 일반적인 혈액검사를 수행한다.

(다) 폐부종 소견(흉부엑스선 촬영에서)은 노출 후 6~8시간이 지나야 나타나므로, 많은 양에 노출된 경우에도 초기 흉부엑스선 촬영에서는 나타나지 않는다.

(라) 염소에 노출된 모든 환자는 최소한 24시간 동안 관찰하여야 하며, 중독의 증거가 없는지 반복해서 검사하여야 한다. 경도의 상부호흡기 증상(약간의 기침과 쓰림)만을 호소하는 환자는 후유증 없이 호전된다.

(마) 산소포화도가 90% 미만으로 낮거나 낮아지는 경향을 보이면 즉시 동맥혈가스 검사와 흉부엑스선 검사를 시행한다. 동맥혈가스 이상이나 폐부종 소견이 나타나면 호흡기 산소요법을 시작한다.

(바) 마스크를 통한 산소공급에 의해 산소포화도가 유지된다고 하더라도 만약 폐부종이 나빠진다면, 노출 후 24시간 이내에 호기말양압치료를 실시한다.

(사) 호흡수 증가(>30회/분)와 함께 이산화탄소 분압이 감소한 경우에는 호기말양압치료를 조기에 시행한다.

(아) 과호흡에도 불구하고 산소분압이 충분히 증가하지 않거나 상대적 감소 소견을 보이면 폐부종의 발생을 시사한다. 유입/유출되는 수분의 양과 전해질을 주의 깊게 관찰하여, 수분 균형의 순 값이 양(+)이 되지 않도록 체액균형을 유지한다. 체액 균형을 위해 중심정맥관 등을 고려한다.

(자) 폐부종이 있는 동안에는 메틸프레드니솔론 1.0 g (혹은 등가의 스테로이드 용량)을 8~12시간 간격으로 정맥 주사한다.

(6) 환자 퇴원/추적관찰 지침

2.8 ppm 이하의 농도에 노출된 후 증상이 없고 중독의 징후가 없는 경우에는 퇴원이 가능하다. 단, 아래 조건을 만족하여야 한다.

(가) 염소노출 평가의 경험이 있는 의사가 평가하였고,

(나) 구두와 문서의 형태로 추적관찰에 대한 정보를 제공하였으며, 증상이 발생하면 즉시 치료를 받을 수 있으며,

(다) 환자가 염소에 의한 건강영향과 추적관찰에 대해 충분히 이해한 것을 확인하였으며,

(라) 현장 의료진에게 인계되어 24시간 간격으로 환자의 증상을 모니터링 할 수 있으며,

(마) 무리한 신체부담작업은 24시간 내에 하지 않으며,

(바) 담배연기 노출은 폐의 상태를 악화시킬 수 있으므로 72시간동안 담배연기에 노출을 피해야 한다.

8.3 환자를 위한 권고사항

회복된 환자에게 아래와 같은 유인물을 제공하고, 각 사항에 대해 확실히 인지한 후 체크하도록 안내한다.

<염소가스에 대한 정보>

1. 염소가스 노출 후 나타나는 즉각적인 건강 문제

염소 가스에 노출되면 눈물, 인후통, 기침 등의 안구 및 호흡기 자극 증상이 발생합니다. 대부분 후유장애 없이 빠르게 회복됩니다.

2. 염소가스 노출 후 발생할 수 있는 장기적인 건강 문제

많은 양의 염소 가스를 흡입한 경우 호흡곤란, 화학적 폐렴이 유발될 수 있으며, 심각한 경우 사망에 이를 수도 있습니다. 호흡곤란 증상이 영구적으로 지속될 수도 있으며, 호흡기 감염에도 취약하게 됩니다.

<염소가스 노출 환자를 위한 권고 사항>

이 유인물을 가져가서 다음 방문 때 가져오도록 하십시오. 아래에서 체크된 설명에 따르십시오.

( ) 만약 24시간 내에 특이한 증상이나 징후가 발생하면 의사에게 전화하거나 응급실로 내원할 것. 특히 다음의 증상이 있는 경우:

- 기침 또는 쌕쌕거림
- 숨쉬기 어렵거나 숨이 차는 경우
- 노출되었던 피부, 눈의 통증이 증가하거나 분비물이 있음
- 흉통 또는 가슴이 답답함

( ) 상기 제시된 증상이 생기지 않는다면 추적관찰 필요 없음

( ) 응급실 또는 _____ 외래에 _____월_____일_____시에 내원

( ) 1-2일 동안은 격렬한 신체활동을 하지 않을 것

( ) 운전 및 기계조작을 포함한 일상활동을 다시 할 수 있음

( ) _____일 동안은 일을 하지 않을 것

( ) 제한된 조건 하에서 일을 다시 할 수 있음. 자세한 내용은 아래 설명을 확인.

( ) 담배연기 노출은 폐의 상태를 악화시킬 수 있으므로 72시간동안 담배연기에 노출되지 않도록 할 것

( ) 알코올은 상태를 악화시킬 수 있으므로 음주를 피할 것

( ) 다음의 약을 투약하지 않을 것:

_____

_____

( ) 의사의 처방에 의한 다음의 약은 투약해도 됨:

_____

_____

( ) 기타:

_____

_____

환자 서명 _____ 날짜 _____

의사 서명 _____ _____ 날짜 _____