

KOSHA GUIDE

H - 182 - 2021

직업성 포름산(Formic Acid) 급성중독 진료지침

2021. 10.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 제정자: 순천향대학교 서울병원 직업환경의학과 이준희
- 제·개정 경과
 - 2016년 11월 산업의학분야 제정위원회 심의(제정)
 - 2021년 8월 산업의학분야 표준제정위원회 심의(법령 및 규격 최신화)
- 관련규격 및 자료
 - BASF Chemical Emergency Medical Guidelines. Formic acid (CH₂O₂)
Code: E036-002. 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

직업성 포름산(Formic Acid) 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 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제3편(보건기준) 제1장(관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방)의 규정에 의하여 작업장에서 포름산을 취급하거나 노출되는 근로자에서 발생 가능한 급성, 만성 중독에 대한 진료를 위한 기술적인 사항을 정하는 것을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 포름산을 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 사고로 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) “오염제거(decontamination)”란 유해물질에 의해 인체, 의류, 기기장치, 실험실 등이 오염되었을 때 이 물질을 제거하는 과정을 말한다. 제거를 위한 처치는 가능한 조기에 시행한다. 조기라면 비교적 용이하지만 시간이 경과할수록 제염은

어렵게 되고 더구나 유해물질의 노출도 커진다.

- (마) “자급식(SCBA : self contained breathing apparatus) 호흡용 보호구”란 신선한 호흡용 공기만을 공급하는 방식으로 호흡용 보호구 사용자의 몸에 지닌 압력 공기실린더, 압력산소실린더, 또는 산소발생장치가 작동되어 호흡용 공기가 공급되도록 한 형태의 호흡용 보호구를 말한다.
- (라) “해독제(antidotes)”란 생체에 들어간 독물의 약화, 불활화 또는 흡수의 방지를 목적으로 한 것이다. 화학적 해독제로서는 산과 알칼리(중화), 염화발륨과 황산 마그네슘(침전), 질은 차(타닌산)와 스트리키니네, 아포모르핀, 아연, 동, 수은(침전)등이 있고 독물을 흡착하는 활성탄과 카올린, 그리고 흡수를 방지하는 것으로서 우유나 난백(卵白)을 들 수 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. 포름산의 물리화학적 성질

포름산은 가장 단순한 구조의 카복실산이다. 화학식으로는 HCOOH 또는 CH₂O₂로 표시되며 화학 합성에 있어서 중요한 매개체이며 자연적으로 만들어지고 벌과 개미의 침의 독극물 안에 있는 것으로 잘 알려져 있다. 현재는 메탄올과 일산화탄소를 이용하여 메틸포메이트를 만든 후 가수분해 하여 포름산을 얻는다.

<표 1> 포름산의 물리화학적 특성

구분	포름산
화학식	HCOOH
CAS No.	64-18-6
분자량	46.03
비중(20°C)	1.22(90%용액)
끓는점(°C)	107
증기압(mmHg, 20°C)	33
용해도	(가용성(물),가용성: 에테르,아세톤,초산에틸,메탄올,에탄올)

5. 용도 및 노출

(1) 용도

(가) 포름산은 공업적 용도로는 고무응고제, 염색조제, 매염제, 피혁탄닝, 에폭시 가소제, 도금, 전기도금, 염색 및 직물 완성시 유산의 대용으로 사용된다. 시약용 용도로는 물질의 검출이나 정량을 위한 반응에 사용한다.

(나) 포름산의 주된 용도는 자연고무 라텍스의 응집제로 사용되며 미국에서는 약 절반 정도가 섬유 염색공정에서 황산 대신에 가죽의 무두질에 사용한다

(2) 노출

(가) 포름산은 타 물질의 반응 매개로 사용되는 경우가 많으며 따라서 액체 혹은 증기 형태로 노출 되는 경우가 많다.

(나) 포름산의 노출 기준은 TLV-TWA 5ppm 이다.

6. 포름산의 체내동태

(1) 흡수

(가) 호흡기

흡입은 포름산에 노출되는 경로중 하나가 될 수 있으며 포름산에 의한 상기도 자극 증상이 있다.

(나) 피부/눈 접촉

포름산의 가장 흔한 노출 경로 이며 액체상태의 포름산이 안구나 피부에 노출되는 경우 심한 화학적 화상을 입을 수 있으며 이는 지연성으로 나타난다.

(다) 구강

포름산의 직업적 경구 섭취의 가능성은 낮다.

(2) 분포 및 대사

(가) 노출된 부위에 화상 및 강한 자극성을 나타내는 물질로 메탄올 섭취 시 대사 과정에서 포름산이 발생하여 체내에 영향을 줄 수 있으나 상온에서 포름산의 증기 형태 혹은 액체형태의 노출은 피부, 안구, 호흡기에 직접적인 화상이나 강한 자극을 유발한다.

7. 포름산의 급성 건강영향

(1) 호흡기

포름산 노출에 의한 호흡기계 증상은 상기도 점막 조직의 자극이나 목아픔, 기침 등의 증상을 주로 나타낸다. 빠르게 나타나는 호흡기계 증상으로는 흉통, 숨가쁨, 목이 붓는 증상, 폐에 체액이 고임으로 인하여 나타나는 청색증, 가래, 기침 등의 증상이 있다. 호흡기계 증상은 몇 시간 동안 진행될 수 있고 포름산 독성으로 인한 호흡부전이 발생 한다.

(2) 피부

액체 형태의 포름산에 노출되는 피부나 점막은 심한 화상을 입을 수 있으며 이는 심한 흉터를 남긴다. 포름산 증기 혹은 미립자에 노출되는 경우에는 타는 듯한 고통이나 발진, 염증, 물집 등이 발생 한다.

(3) 눈

포름산 액체에 안구가 노출되는 경우에는 화상을 입으며 실명 할 수 있다. 포름산 증기나 미립자에 노출되는 경우에는 타는 것 같은 증상과 불수의적인 눈꺼풀 덮음, 반복적인 깜박임, 눈물 등의 증상이 있다.

(4) 중추신경계

포름산은 중추신경계 억제제이다. 고농도 노출은 경련과 혼수를 포함한 다양한 신경학적 증상을 유발할 수 있다. 신경학적 증상의 발현은 노출 후 12시간 또는 그 이상 지연될 수 있다. 대량 노출 후에 호흡마비와 지연성 말초신경병증을 일으킨 사례가 있다.

(5) 소화기계

포름산을 소화기계로 섭취한 경우에는 구역 구토 증상과 식도와 기도 점막의 심각한 손상이 보고되었다.

8. 응급처치

8.1 작업장에서의 구조자를 위한 권고 사항

(1) 구조자의 안전확보

(가) 안전확보

구조자가 위험하다면 재해자에게 접근하지 말고 구조자의 안전을 확보한 거리에서 도구를 사용하여 재해자를 이동시킬 수 있는 방법을 선택하거나, 보호 장비를 갖춘 후에 접근한다.

(나) 필요보호구 착용

현장이 포름산에 노출된 것으로 추정된다면, 압력조절기, 자급식 공기호흡기(SCBA, Self-contained breathing apparatus) 및 화학물질로부터 보호할 수 있는 옷을 착용하여야 한다. 이 때 이미 오염된 장비를 사용해서는 안 된다 오직 포름산 증기에만 노출된 환자는 환자에 의한 2차 노출 위험은 높지 않다. 하지만 입고 있는 옷이나 피부에 액체 포름산이나 포름산 미스트가 노출된 환자는 직접적인 접촉 또는 포름산의 증발을 통해 최초 구조자 또는 의료진에 2차 노출을 유발할 수 있다.

(2) 오염제거

(가) 포름산 증기에만 유일하게 노출되어 피부나 눈에 자극증상의 증거가 없는 환자는 오염 제거가 필요하지 않다. 나머지 모든 경우에는 오염 제거가 필요하다.

(나) 환자가 협조할 수 있다면 스스로 오염을 제거하도록 도와야 한다. 에틸렌글리콜 원액에 노출되었고, 옷이 오염된 경우 옷을 벗겨서 이중 백에 밀봉하여 폐기한다.

(다) 깨끗한 물로 적어도 15분 간 자극된 눈이나 노출된 곳을 세척한다. 만약 콘택트렌즈를 끼고 있고 눈에 추가적인 외상없이 쉽게 제거 가능하다면 렌즈를 빼야 한다. 다른 기본적인 처치들을 세척하는 동안 진행한다.

(라) 노출된 피부와 머리카락을 적어도 15분 간 깨끗한 물로 세척한다. 피부나 머리카락을 세척하는 동안 눈을 보호하여야 한다. 세척을 계속 하면서 다른 즉각적인 구조 처치들을 진행한다.

(마) 섭취 후에는 진토제를 사용하면 안 된다. 삼켰을 경우에는 즉시 의료기관을 방

문하여 치료를 받아야 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 받는다.

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

포름산에 대한 투여 가능한 해독제는 없으므로 경험적 치료를 한다.

(가) 만약 환자가 공기중 노출량이 10ppm이상 이거나, 안구 자극 증상 또는 호흡기 증상을 보이며, 노출량을 직접 측정할 수 없지만 노출이 가능한 상황이면 아래의

조치를 권장한다.

- ① 정량흡입기를 이용하여 beclomethasone 여덟 모금 흡입 (800ug beclomethasone dipropionate)
- ② 정맥로 확보.
- ③ 30ppm 이상의 농도 노출 시 1.0g의 methylprednisolone (또는 등가의 스테로이드) 정맥주사

※주석: 부신피질 호르몬 투여의 효용은 아직 임상 대조연구를 통해 증명되지 않았음.

(나) 만약 흡입노출이 발생했다면 가습된 공기 또는 산소를 제공해야한다. 만약 저산소증의 증상이 있다면 가습된 보충용 산소를 투여한다.

(다) 호흡저하가 있는 환자의 경우 기도삽관 또는 다른 기도관리를 고려해야 한다. 이러한 처치가 불가능한 환자에 대해서는, 적절한 장비와 숙련된 사람이 있다면 윤상갑상막 절개술을 고려한다.

(라) 기관지 경련을 보이는 환자에 대해서는 아래의 처치를 한다.

에어로졸 형태의 정량흡입기를 통한 β_2 -선택적 교감신경 작용제 흡입 (예> terbutaline 또는 salbutamol 또는 fenoterol 네 모금. 일반적으로 한 모금은 각각 0.25mg의 terbutaline sulfate 또는 0.1mg의 salbutamol, 또는 0.2mg의 fenoterol 을 함유하고 있다).

만약 위의 조치가 효과가 없거나 불충분한 경우 theophylline (체중 1kg당 5mg 를 20-30분동안)을 정맥주사를 한다.

만약 위의 조치가 효과가 없거나 불충분한 경우 정량흡입기를 통해 두 모금의 epinephrine (한 모금당 0.4mg) 을 흡입하게 한다. 필요시 5분 간격으로 다시 투약한다. 피부에 포름산이 접촉된 경우 화학적 화상이 발생할 수 있다. 열에 의한 화상과 같은 방법으로 적절한 수액 소생과 진통제 투여, 체온 유지, 멸균 거즈 또는 깨끗한 천으로 화상부위 드레싱 처치를 한다.

(마) 포름산이 눈에 노출된 후 화학적 화상이 발생할 수 있다. 열에 의한 화상과 같은 방법으로 처치한다. 즉시 안과 전문의와 상의한다.

※주석: 포름산 용액이 얼굴부위에 노출됐다면 이는 심각한 노출로 여겨야 한다.

(5) 추가적인 평가와 처치

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

(나) 폐기능 검사를 해야 하며, 전혈검사와 당, 전해질을 포함한 일반적인 혈액검사

를 수행한다.

- (다) 신경학적 및 호흡기계 증상과 징후는 노출 후 12시간까지 나타나지 않는 경우가 있으므로 심한 노출이 의심되는 환자는 주의 깊게 관찰하고 주기적으로 반복하여 검사를 한다. 쉽게 호전되는 가벼운 상기도 증상(경미한 타는 느낌, 가벼운 기침)을 가진 환자들에서 지연 반응은 드문 편이다.
- (라) 폐부종의 증거 - 흉부방사선검사 상에서 hilar enlargement, ill-defined, central-patch infiltrates - 는 노출 후 6-8시간 이상 경과 후 지연되어 나타날 수 있다. 흉부방사선검사는 심한 노출 이후라 하더라도 최초 응급실 검사에서는 일반적으로 정상으로 나타난다.
- (마) 노출 후 모든 환자들에게 동맥혈 가스검사를 시행한다. pH가 7.1 미만인 경우 Bicarbonate를 매 1-2시간마다 1-2mEq/kg으로 주입한다. 반응 평가를 위하여 동맥혈 가스검사를 반복한다. 만약 산소포화도가 90% 미만이거나 감소하는 경우 즉시 동맥혈 가스검사를 확인하고 흉부방사선검사를 재시행 한다.
- (바) 만약 동맥혈 가스검사 결과의 악화, 그리고/또는(and/or) 흉부방사선검사상에서 폐부종이 나타나면 산소 보충을 시작한다.
- (사) 노출 후 24시간 이내에 폐부종이 악화되고 있음이 명백한 경우 산소 마스크를 통해 산소포화도가 유지되더라도 호기말양압치료(PEEP)를 시행한다. 조기 호기말양압치료의 적응증은 빈호흡 (>30회/분)과 함께 이산화탄소 분압의 감소가 나타나는 경우이다. 과호흡에도 불구하고 산소 분압이 감소하거나 적절하게 증가하지 않는 현상은 폐부종의 발생을 나타낸다.
- (아) 수분 섭취/배설 및 전해질을 면밀히 감시해야 한다. 수분 균형의 순 값이 양(+)이 되지 않게 한다. 최적의 수분 관리를 위해 중심정맥관이나 Swan-Ganz 카테터 삽입을 고려할 수 있다.
- (자) 폐부종의 증상이 지속되는 동안 1g의 Methylprednisolone (또는 등가의 스테로이드)을 매 8-12시간 마다 정맥주사 한다.
- (차) 기관지 경련을 보이는 환자에 대해서는 아래의 처치를 한다.
 - ① 에어로졸 형태의 정량흡입기를 통한 β_2 -선택적 교감신경 작용제 흡입 (예> terbutaline 또는 salbutamol 또는 fenoterol 4모금. 일반적으로 1모금은 각각 0.25mg의 terbutaline sulfate 또는 0.1mg의 salbutamol, 또는 0.2mg의 fenoterol 을 함유하고 있다).
 - ② 만약 ①이 효과가 없거나 불충분한 경우 theophylline (체중 1kg당 5mg를 20-30분동안)을 정맥주사할 수 있다.

③ 만약 ①와 ②가 효과가 없거나 불충분한 경우 정량흡입기를 통해 2모금의 epinephrine (한 모금당 0.4mg) 을 흡입하게 한다. 필요시 5분 간격으로 다시 투약할 수 있다. 예방적 항생제의 사용은 일반적으로는 권장되지 않으나 객담배양 검사 결과에 따라 사용될 수도 있다. 심한 폐부종에 폐렴이 병발할 수 있다.

(카) 중증의 중독 환자에서 Leucovorin (체중 1kg 당 1mg을 4시간 동안 6회)을 정맥 주사하여 포름산에 의한 간기능 장애 회복에 도움을 줄 수 있다.

(6) 환자 퇴원/추적관찰 지침

노출 시간을 고려한 기중농도 10ppm 보다 낮은 농도에 노출된 근로자를 12시간동안 관찰 후, 검사 상 정상이며 독성에 의한 증상이나 징후를 보이지 않는 환자는 아래 조건을 만족하면 퇴원할 수 있다.

(가) 평가를 한 의사가 포름산에 노출된 환자의 평가에 숙련되어 있다.

(나) 환자에게 정보, 권고사항 및 추적 관찰에 대한 설명을 구두 및 서면으로 제공하였다. 환자에게 증상이 발생 또는 재발하는 경우 즉시 의료적 처치를 받도록 권고하였다.

(다) 담당의는 환자가 포름산이 건강에 미치는 영향과 후속 조치에 대하여 이해하고 있다는 점을 확신한다.

(라) 현장 의료진은 환자의 퇴원 후 24시간 이내에 환자와 정해진 시간 간격에 따라 연락하게 하였다.

(마) 24시간 동안 과도한 육체적 노동은 피한다.

(바) 담배연기 노출은 폐의 상태를 악화시킬 수 있으므로 72시간동안 담배연기에 노출되지 않게 한다. 피부나 안구에 심각한 손상을 입은 환자의 경우에는 24시간 이내에 재진료를 받아야 한다. 퇴원 후 폐활량 측정(Spirometry)은 환자의 노출 이전의 정상 상태로 돌아올 때 까지 반복한다.

8.3 환자를 위한 권고사항

회복된 환자에게 아래와 같은 유인물을 제공하고, 각 사항에 대해 확실히 인지한 후 작성할 수 있도록 안내한다.

<포름산에 대한 정보>

1. 포름산에 노출 후 나타나는 즉각적인 건강 문제

대부분의 경우 포름산은 액체 상태로 피부나 안구에 닿아 영향을 줍니다. 피부나 안구에 닿게 되면 화상을 입을 수 있으며 당장 증상이 없더라도 뒤늦게 눈물이 나거나 코가 맵거나 목이 아프고 기침이 나는 등의 증상이 뒤늦게 나타나는 경우도 있습니다. 노출이 심하게 된 경우에는 숨쉬기가 힘들어지는 증상과 함께 화학성 폐렴이 발생하여 죽음에 이르게 되는 경우도 있습니다.

2. 포름산에 노출 후 발생할 수 있는 장기적인 건강 문제

적은 양에 한번 노출되고 빠르게 회복한 경우에는 대부분 장기적인 건강영향은 없습니다. 다만 심각하게 많은 양에 노출된 경우에는 영구적으로 숨쉬기 힘든 증상이 발생하는 경우가 있으며 폐렴에 좀 더 잘 걸리는 경향이 발생하기도 합니다.

<포름산 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 쉼썩거림
- 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 _____(과) 외래에 _____월_____일_____시에 내원

() 1-2일 동안은 격렬한 신체활동을 하지 말 것

() 운전 및 기계조작을 포함한 일상활동을 다시 할 수 있음

() _____일 동안은 일을 하지 말 것

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

() 72시간동안 담배연기에 노출되지 않도록 할 것

() 의사의 처방에 의한 다음의 약은 투약해도 됨:

() 기타: _____

환자 서명 _____날짜 _____

의사 서명 _____날짜 _____