

KOSHA GUIDE

H - 135 - 2021

노말렉산 노출 근로자의 건강관리지침

2021. 10.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안연순
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 유계목
- 제·개정 경과
 - 2005년 7월 KOSHA Code 산업의학분야 제정위원회 심의
 - 2005년 10월 KOSHA Code 총괄제정위원회 심의
 - 2013년 6월 KOSHA Guide 산업의학분야 제정위원회 심의
 - 2021년 8월 산업의학분야 표준제정위원회 심의(법령 및 규격 최신화)
- 관련규격 및 자료
 - 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 근로자 건강진단 실무지침: 제1권 특수건강진단개요. 2020-산업안전보건연구원-349
 - 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 근로자 건강진단 실무지침: 제2권 유해인자별 특수건강진단 방법. 2020-산업안전보건연구원-350
 - 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 유해인자에 의한 건강영향과 관리: 노말핵산. 보건분야-보고서 연구원 2006-226-949
 - National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH). Pocket guide to chemical hazards. 2012
 - n-Hexane and Methyl n-Butyl ketone. In: Feldman RG, ed. Occupational and environmental neurotoxicology. Philadelphia · New York: Loppincott - Raven publishers, 1999:291-317
- 관련법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건법 제18조(보건관리자), 같은 법 시행령 제22조(보건관리자의 업무 등)
 - 산업안전보건법 제22조(산업보건의), 같은 법 시행령 제31조(산업보건의의 직무 등)
 - 산업안전보건법 제130조(특수건강진단), 제198조(일반검사항목 및 실시방법), 제206조(특수검사항목 및 실시방법)
- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(<http://kosha.or.kr>) 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2021년 10월

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

노말렉산 노출 근로자의 건강관리지침

1. 목 적

이 지침은 노말렉산에 노출되는 근로자를 대상으로, 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제130조(특수건강진단), 제198조(일반검사항목 및 실시방법), 제206조(특수검사항목 및 실시방법)의 규정에 의하여 건강진단을 실시하거나, 법 제18조(보건관리자) 제2항 및 같은 법 시행령 제22조(보건관리자의 업무 등), 법 제22조(산업보건의) 제2항 및 같은 법 시행령 제31조(산업보건의의 직무 등)의 규정에 의하여 보건관리자 및 산업보건의의 직무를 수행함에 있어 노말렉산에 의한 건강장해를 평가하고 근로자의 건강장해를 예방, 관리하는데 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 건강진단기관의 의사, 사업장의 보건관리자, 산업보건의 등이 노말렉산에 노출되는 근로자의 건강장해를 평가하고 근로자의 건강장해를 예방, 관리하는데 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “증상”이란 질환 또는 환자 상태의 주관적 증거로 환자에 의하여 인식되는 증거를 환자가 직접 호소하는 것을 말한다.

(나) “징후”란 어떤 질환의 존재를 표시하는 것으로 환자가 의사에게 알려주거나 의사가 관찰하거나 조사함으로써 얻을 수 있는 질환의 객관적 증거를 말한다.

(2) 이 지침에 사용하는 업종은 한국표준산업분류(통계청 고시 제 2007-53호)에 기술된 정의를 따른다.

(3) 기타 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙, 고용노동부 고시, 근로자 건강진단 실무지침(한국산업안전보건공단, 2020) 및 의학용어집(영한·한영 의학용어집 제4집, 대한의사협회·보건복지부 편저, 도서출판 아카데미, 2002)에서 정하는 바에 따른다.

4. 노말헥산의 물리화학적 성상

노말헥산의 물리화학적 성상은 <표 1> 과 같다

<표 1> 노말헥산의 물리화학적 성상

CAS No.	110-54-3	분자식	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃
분 자 량	86.18	비 중	0.660 (20℃에서)
녹 는 점	-95~-100℃	끓는점	69℃ (1기압에서)
증기밀도	3.0	증기압	124 mmHg (20℃에서)
인 화 점	-22℃ (밀폐상태에서)	공기 중 폭발한계	1.1~7.5 vol %
용 해 도	0.014% (20℃ 물에서)	자연발화점	225℃
모 양	무색의 휘발성 액체	냄 새	가솔린 유사 냄새 (냄새 역치 64-244 ppm)
기 타	물에는 거의 녹지 않으며, 유기용제에는 잘 녹는다. 가연성이 매우 높다.		

5. 노말헥산 노출 위험이 높은 업종 또는 작업

노말헥산에 노출될 가능성이 높은 업종 또는 작업은 <표 2>와 같다.

<표 2> 노말렉산 노출 가능성이 높은 업종 또는 작업

구 분	업종 또는 작업	비고
노말렉산 제조업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업 <ul style="list-style-type: none"> - 석유정제품 제조업 ○ 화학물질 및 화학제품 제조업;의약품 제외 <ul style="list-style-type: none"> - 석유화학계 기초화학물질 제조업 	
노말렉산 사용 제조업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식료품 제조업 <ul style="list-style-type: none"> - 식물성 유지 제조업 ○ 인쇄 및 기록매체 복제업 <ul style="list-style-type: none"> - 인쇄업 ○ 화학물질 및 화학제품 제조업;의약품 제외 <ul style="list-style-type: none"> - 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업 - 잉크, 페인트, 코팅제 및 유사제품 제조업 - 화장품 제조업 - 접착제 및 젤라틴 제조업 ○ 의료용 물질 및 의약품 제조업 <ul style="list-style-type: none"> - 의약품제조업 ○ 고무제품 및 플라스틱제품 제조업 <ul style="list-style-type: none"> - 고무 타이어 및 튜브 생산업 ○ 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업 	용도: 추출, 용제, 세척
기타 노말렉산에 노출되는 작업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 노말렉산을 사용하는 실험실 작업 ○ 노말렉산 또는 노말렉산 함유제품을 취급하는 작업 ○ 기타 용제, 세척 등을 목적으로 노말렉산을 사용하는 작업 	

6. 노말렉산의 체내 작용기전

6.1. 흡수 경로

- (1) 노말렉산은 흡입, 피부 또는 섭취를 통해 체내로 흡수되며 호흡기를 통한 흡수가 주경로이다.

- (2) 혈액/공기 분배계수가 상대적으로 낮아 흡입된 노말헥산의 20% 정도만이 폐포를 통과하여 혈액으로 순환되고 80% 정도는 대사되지 않고 호기로 배출된다. 폐에서의 흡수량은 기중 노말헥산의 농도, 노출 기간, 개인의 폐환기율 등에 따라 다르다.

6.2. 대사

- (1) 흡수 후 노말헥산의 대사는 일차적으로 간에서 일어나지만 뇌를 비롯한 다른 조직에서도 일어난다.
- (2) 흡수된 노말헥산의 90%가 사이토크롬 P-450에 의해서 2-헥산올(2-hexanol)을 경유하여 2,5-헥산디올(2,5-hexanediol)로 대사된다. 2-헥산올의 일부는 알코탈수소효소 매개 산화과정(alcohol dehydrogenase-mediated oxidation)에 의해서 2-헥사논(2-hexanone)으로 대사된다. 2,5-헥산디올과 2-헥사논은 5-하이드록시-2-헥사논(5-hydroxy-2-hexanone)을 경유하여 일차적으로 4,5-디하이드록시-2-헥사논(4,5-dihydroxy-2-hexanone)으로 대사되고 소수가 2,5-헥산디온(2,5-hexanedione)으로 대사된다. 4,5-디하이드록시-2-헥사논은 글루쿠론산 포합체를 형성하며 이것이 소변에서 노말헥산의 주대사산물이다.
- (3) 노말헥산의 대사는 다른 화학물질에 의해 촉진되거나 방해 받는다. 에탄올(ethanol), 페노바비탈(phenobarbital), 메틸에틸케톤(methyl ethyl ketone)과 같이 사이토크롬 P-450을 유도하는 화학물질은 노말헥산의 대사를 촉진시켜 2,5-헥산디온의 생산을 증가시킨다. 톨루엔(toluene), 자일렌(xylene)과 같은 벤젠 유도체들은 노말헥산의 대사를 방해하여 2,5-헥산디온의 생산을 감소시켜 신경독성 효과를 감소시킨다.

6.3. 분포와 축적

- (1) 노말헥산은 지방친화성 지방족 탄화수소 화합물로 체내 분포는 조직의 혈액관류뿐만 아니라 지방함량과 밀접한 관계가 있다. 신장, 비장, 뇌 및 근육과 같이 관류가 잘되고 지방이 풍부한 조직에 급속히 분포하고, 지방조직처럼 관류가 잘 안 되는 조직은 포화가 늦게 일어난다.

- (2) 간은 노출 중 노말헥산 농도가 증가되고 노출 후 지방조직 등 관류가 적은 조직으로 재분포가 일어난다.
- (3) 노말헥산은 말초신경에서 농도가 급속히 증가하고 대사물질인 2,5-헥산디온은 축삭원형질(axoplasm)의 신경미세섬유(neurofilament)에 결합하여 분포한다.

6.4. 배설

- (1) 흡수된 노말헥산의 약 10%는 대사되지 않고 호기로 배출되는데 이상성(biphasic)으로 급속 및 완속 반응의 반감기는 각각 10분 및 100분이다.
- (2) 흡수된 노말헥산의 약 90%는 대사되어 소변에서 4,5-디하이드록시-2-헥사논으로 배설된다. 5% 미만이 비포합형(unconjugated) 2,5-헥산디온으로 배설되고 1%만이 2-헥산을 글루쿠로나이드로 배설된다. 기타 소량의 노말헥산, 1- 및 3-헥산을 및 메틸노말부틸케톤(methyl n-butyl ketone) 등이 소변으로 배설된다.
- (3) 지방조직에서 노말헥산의 반감기는 약 64시간으로 노출이 중단되어도 체내에서 완전히 배설되려면 최소 10일이 경과되어야 한다.
- (4) 사람을 대상으로 한 연구에서 작업종료 후 2시간이 지나면 노말헥산의 농도는 미량에 불과하지만 요중 헥산디온은 작업종료 3~5시간 후에 최고에 이른다.

7. 노말헥산에 의한 건강영향

노말헥산에 의한 주된 급성 건강영향은 중추신경계 독성과 눈, 인후부 및 피부자극이며, 만성 건강영향은 말초신경계 독성이다.

7.1. 급성 영향

7.1.1. 중추신경계 증상

두통, 오심, 현기증, 도취감, 허약감, 졸리움 등

7.1.2. 국소 자극

눈, 인후부 점막 자극, 고농도에 피부가 노출되면 찌르고 타는 듯 한 느낌

7.2. 만성 영향

7.2.1. 말초신경계에 미치는 영향

(1) 증상

(가) 두통, 식욕부진, 체중감소, 현기증 등이 말초신경계 증상 전에 선행되는 경우가 많다.

(나) 감각이상, 근력약화, 수족 냉증

(2) 징후

(가) 사지의 대칭적 이상감각과 운동장애가 특징적으로 대부분 하지를 먼저 침범하여 상행성으로 진행된다.

(나) 초기에 상지 및 하지 말단에 해당하는 부위(장갑과 양말 형태)의 촉각, 통각, 진동각, 온각 등 감각저하 또는 감각이상을 보인 후 진행된다.

(다) 사지의 근력약화와 위축 및 건반사의 저하 또는 이상증가를 보인다.

(3) 신경전도검사 소견

(가) 노말핵산은 사람에서는 다른 유기용제와 비교하여 축삭보다는 말단병변을 더 많이 일으키므로 신경전도 속도가 감소하는 경우가 많고 일반적으로 신경병증의 징후와 신경전도검사 사이에 상관관계가 있다.

(나) 감각신경전도속도 감소(상지의 정중신경과 척골신경이 주 측정부위)

(다) 운동신경전도속도 감소(상지의 정중신경과 척골신경, 하지의 정강신경과 종아리신경이 주 측정부위)

(라) 혼합신경전도속도 감소

(4) 근전도검사 소견

(가) 세동전위(fibrillation potential), 양첨파(positive sharp wave) 등 탈신경(denervation) 소견이 특징적이다.

(나) 고진폭, 다발상 활동전위(polyphasic action potential) 및 간섭양식(interference pattern) 감소 소견을 보인다.

(다) 일반적으로 신경병증의 징후와 근전도 이상소견 사이에 상관관계가 있다.

(5) 신경 및 근생검 소견

(가) 사람에서는 큰 말이집의 신경섬유 감소, 말이집 위축 및 탈락이 기본적 병리소견이지만 축삭종창도 보인다.

(나) 근원섬유 위축소견을 보인다.

7.2.2. 기타 신경계에 미치는 영향

(1) 추체외로 결함 등 파킨슨병과의 관련성

(가) 일부 심한 말초신경병증 환자에서 과다반사, 경직, 자율신경결함 등의 징후를 동반된다.

(나) 노말렉산이 운동불능(akinesia), 과다근육긴장(hypertonia), 파킨슨양 진전과 같은 파킨슨병을 일으키며 발병 기전은 노말렉산이 헥산디온 등으로 대사되는 기능의 장애에 의한 것으로 설명하고 있으나 확정적이지 않다.

(2) 중추신경계 전기생리학적 기능장애

일부 말초신경병증 환자에서 이상유발전위(abnormal evoked potential)와 같은 중추신경계의 전기생리학적 기능장애 검사소견을 보인다.

(3) 시각기능과 시신경에 대한 영향

(가) 노말핵산에 의한 말초신경병증 환자의 일부에서 시력장애, 시야위축, 시신경염, 황반병증, 색깔구분결함 등이 발생할 수 있다.

(나) 노말핵산이 색각기능에 영향을 미친다는 것은 노말핵산이 다른 시각기능에 미치는 영향에 비하여 확정적이므로, 노말핵산에 노출되는 근로자에 대해서는 색각기능을 평가할 필요성이 제기되고 있다.

8. 노말핵산 노출 근로자의 건강관리

8.1. 건강진단

8.1.1. 건강진단에서 고려할 사항

- (1) 노말핵산 노출 근로자에 대하여 주기적 건강진단을 실시하여 관찰하고자 하는 주요 소견은 중추 및 말초신경장애와 관련된 증상, 징후 및 검사소견이다.
- (2) 말초신경장애를 확인하기 위한 검사 중 신경전도검사는 전도속도가 피부온도가 낮아지면 저하하고, 연령증가에 따라서도 저하하므로 검사시 피부온도에 주의하고, 판정시 연령을 고려한다.
- (3) 일반적으로 유기용제에 의한 말초신경장애에서는 축삭병변이 흔하나 노말핵산은 말이집병변이 더 흔히 나타나므로 신경전도속도 저하시 유기용제 중 노말핵산에 의한 말초신경장애를 먼저 의심한다.

- (4) 말초신경전도속도 이상은 노말렉산에 의한 말초신경장해뿐만 아니라 노말렉산 이외의 유기용제(이황화탄소, 메틸부틸케톤 등), 중금속(납, 비소, 수은 등), 화학물질(아크릴아미드, 유기인제 농약) 등의 산업중독물질 및 알콜, 약물, 당뇨병, 신부전증 등에 의해서도 나타나므로 노말렉산에 의한 말초신경병증으로 판정할 때에는 노말렉산 이외의 가능성을 배제한다.

8.1.2. 건강진단 주기

(1) 기본 주기 및 대상자

노말렉산에 노출되는 작업부서 전체 근로자에 대한 특수건강진단 주기는 1년에 1회 이상으로 한다.

(2) 주기 단축 조건

다음의 (가), (나) 중 어느 하나에 해당하는 경우 당해 공정에서 노말렉산에 노출되는 모든 근로자에 대하여 특수건강진단 주기를 다음 회에 한정하여 1/2로 단축하여야 한다. 단 (다)항의 경우는 당해 근로자에 한해서만 주기를 단축한다.

(가) 당해 건강진단 직전의 작업환경 측정결과 노말렉산 농도가 노출기준 이상인 경우

(나) 노말렉산에 의한 직업병 유소견자가 발견된 경우

(다) 특수건강진단 또는 임시건강진단을 실시한 결과 노말렉산에 대하여 특수건강진단 실시주기를 단축하여야 한다는 의사의 판정을 받은 근로자

(3) 배치 후 첫 번째 특수건강진단

6개월 이내에 근로자 개별적으로 실시하되, 6개월 이내에 사업장의 특수건강진단이 실시될 예정이면 그것으로 대신할 수 있다.

8.1.3. 건강진단 항목

(1) 제1차 검사항목

(가) 직업력·노출력 조사

(나) 과거병력 조사 : 주요 표적장기와 관련된 질병력 조사

(다) 자각증상 조사 : 문진표 작성 내용 확인 포함

(라) 임상진찰 및 검사 : 신경계, 피부에 유의하여 관찰

① 신경계 : 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰

② 눈·피부·비강·인두 : 점막자극증상 문진

③ 생물학적 노출지표 검사 : 소변 중 2,5-헥산디온 (작업종료 시 채취)

(2) 제2차 검사항목

(가) 신경계 : 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사

(나) 눈·피부·비강·인두 : 세극등현미경검사, 정밀안저검사, 정밀안압측정, 안과진찰, KOH검사(진균검사), 피부단자시험, 비강 및 인두검사

8.1.4. 직업환경의학적인 평가

(1) 건강관리구분

건강관리구분은 <표 3>과 같다.

<표 3> 건강관리구분

건강 관리 구분	건강관리구분 내용
A	건강관리상 사후관리가 필요 없는 자(건강한 근로자)
C ₁	<p>직업성 질병으로 진전될 우려가 있어 추적조사 등 관찰이 필요한 근로자(직업병 요관찰자)</p> <p>※ 판정기준 : 다음의 첫째 또는 둘째에 해당하는 경우</p> <p>첫째, (1) 임상검사결과 참고치를 벗어나거나, 임상진찰결과 중추신경 및 말초신경계, 피부, 눈 등의 이상 징후를 보이고</p> <p>(2) 작업장 기중농도, 노출기간, 취급방법, 생물학적 노출지표검사 등을 고려할 때, 노말핵산 노출에 의한 것으로 추정되며</p> <p>(3) D₁에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우</p> <p>둘째, 생물학적 노출지표검사 결과 생물학적 노출기준을 넘는 경우</p>
C ₂	일반질병으로 진전될 우려가 있어 추적관찰이 필요한 근로자(일반질병 요관찰자)
D ₁	<p>직업성 질병의 소견을 보여 사후관리가 필요한 근로자(직업병 유소견자)</p> <p>※ 판정기준 :</p> <p>(1) 임상검사 또는 임상진찰결과, 중추 및 말초신경계장애, 피부장해 등이 있고</p> <p>(2) 작업장 기중농도, 노출기간, 취급방법, 생물학적 노출지표검사 등을 고려할 때, 노말핵산 노출에 의한 것으로 추정되는 경우</p>
D ₂	일반질병의 소견을 보여 사후관리가 필요한 근로자(일반질병 유소견자)

(2) 업무수행 적합 여부 평가

(가) 업무수행 적합 여부 평가기준은 <표 4>와 같다.

(나) 업무수행 적합 여부 평가를 할 때에는 개인의 건강상태 및 노출정도에 따라 <표 4>의 네 가지 범주 중 어느 하나로 판정한다.

<표 4> 업무수행 적합 여부 평가 기준

코드	평 가 기 준
가	○ 건강관리상 현재의 조건하에서 작업이 가능한 경우
나	○ 일정한 조건(환경개선, 보호구 착용, 건강진단주기의 단축 등)하에서 현재의 작업이 가능한 경우
다	○ 건강장해가 우려되어 한시적으로 현재의 작업을 할 수 없는 경우(건강상 또는 근로조건 상의 문제를 해결한 후 작업복귀 가능)
라	○ 건강장해의 악화 또는 영구적인 장해의 발생이 우려되어 현재의 작업을 해서는 안 되는 경우로 다음을 고려하여야 한다. - 중추신경장해가 중한 자 - 말초신경장해가 있는 자

8.1.5. 수시건강진단을 위한 참고사항

- (1) 근로자가 중추 및 말초신경계, 피부 및 점막자극 등의 증상 및 징후를 보이는 경우 보건관리자(또는 산업보건의)는 노말핵산에 의한 독성영향을 고려하고 작업관련성을 판단하여 사업주에게 서면으로 수시건강진단 실시를 건의한다.
- (2) 근로자가 (1)의 증상 및 징후를 보여 노말핵산에 의한 독성영향이 의심되는 경우 당해근로자, 근로자대표, 명예감독관도 사업주에게 수시건강진단을 요청할 수 있다.
- (3) 사업주가 수시건강진단의 필요성에 대하여 자문을 요청한 경우에는 건강진단기관의 의사는 자문에 응하여야 하며, 자문을 요청받은 의사는 수시건강진단의 필요성 여부에 대한 자문 결과서를 서면으로 사업주에게 통보한다.

8.2. 사후관리

- (1) 다음과 같이 사후관리를 실시하여야 한다.
 - (가) 특수건강진단기관의 의사는 <표 5>와 같이 사후관리 조치를 취한다. 이 경우 사후관리 조치를 중복하여 선택할 수 있다.

<표 5> 사후관리 구분과 조치내용

구분	사후관리 조치내용	참고사항
0	필요없음	
1	건강상담()	상담내용 기술
2	보호구지급 및 착용지도()	보호구의 점검 또는 교체 등 보호구관리
3	추적검사 () 검사항목에 대하여 20 년 월 일경에 추적검사 필요	건강관리구분 C ₁ /C ₂ 또는 D ₁ D ₂ 해당자에 대해서 의사의 판단하에 추적검사 실시
4	근무중 ()에 대하여 치료	
5	근로시간 단축()	또는 연장근무 제한
6	작업전환()	
7	근로금지 및 제한()	치료완결 후 의사 지시로 복귀
8	산재요양신청서 직접 작성 등 당해 근로자에 대한 직업병 확진 의뢰 안내	건강관리구분 D ₁ 해당자 중 직업병 확진이 필요한 경우, 특수건강진단기관의 의사가 산재요양신청서를 대신 작성
9	기타()	

(나) 사업주는 의사가 지시한 시기에 근로자에게 지정한 검사항목을 받을 수 있도록 한다.

(다) 특수건강진단기관은 근로자 건강진단을 통하여 발견된 직업병 유소견자 중 직업병 확진이 필요하다고 판단되는 근로자에 대하여 산재요양신청서를 작성해 주고 근로자가 근로복지공단 해당지사에 요양신청을 할 수 있도록 한다.

9. 응급조치

눈이나 피부에 접촉된 경우 일차적인 응급조치는 노출이 일어난 장소에서 시행될 수 있도록 노말렉산 취급 작업장 내에 눈 및 피부 세척을 위한 시설을 갖춘다. 노말렉산에 노출되었을 경우 응급조치는 다음과 같다.

9.1. 눈 접촉

- (1) 노말렉산이 눈에 들어갔을 경우에는 즉시 많은 양의 물을 사용하여 가끔씩 눈꺼풀을 들어 올리면서 적어도 15분 동안 눈을 씻고 가능한 한 빨리 의사의 진료를 받는다.
- (2) 노말렉산 작업시 콘택트렌즈는 착용하지 않는다.

9.2. 피부 접촉

- (1) 노말렉산이 피부에 접촉되었을 때에는 즉시 물과 비누로 세척한다.
- (2) 노말렉산이 의복으로 침투되었을 때 즉시 오염된 의복을 제거하고 물과 비누로 세척하고 즉시 의사의 치료를 받는다.

9.3. 흡입

- (1) 고농도 노말렉산 흡입시에는 즉시 신선한 공기가 있는 지역으로 이동시킨다.
- (2) 호흡하지 않을 경우에는 인공호흡을 실시하고, 환자를 따뜻하게 하고 안정을 취하게 하며, 즉시 의사의 치료를 받게 한다.

9.4. 섭취

- (1) 노말렉산을 먹은 경우 의식이 있을 경우에는 구토제를 투여하되 구토물이 기도로 넘어가는 것을 방지하기 위하여 머리를 낮추도록 한다.
- (2) 의식이 혼미하여 흡입의 위험이 있는 경우에는 내용물을 토하게 하지 말고 즉시 의사의 치료를 받도록 한다.

10. 노말렉산 취급 근로자의 건강장해 예방 조치

10.1. 노출기준

10.1.1. 공기중 노출기준

- (1) 우리나라의 1일 작업시간동안의 시간가중평균 노출기준(Threshold Limit Values-Time Weighted Average, 이하 “TLV-TWA”라 한다)은 50 ppm(180 mg/m³)이다.
- (2) 미국 산업안전보건청(OSHA)의 노출허용기준(Permissible Exposure Limits, 이하 “PEL”이라 한다)은 하루 평균 8시간 근무시 500 ppm(1,800 mg/m³), 미국국립산업안전보건연구원(NIOSH)의 권고노출기준(Recommended exposure limit)은 10시간-TWA로 50 ppm(180 mg/m³)이다.
- (3) 미국 산업위생전문가협회(ACGIH)에서는 TLV-TWA 50 ppm(180 mg/m³)을 권고하며 이 값은 신경독성, 혼수, 그리고 눈 및 점막 자극을 최소화하고자 한 것으로 노말헥산에 적용될 수 있으며 공업용 헥산(대개 20-80%의 노말헥산 함유)에는 적용되지 않는다.

10.1.2. 생물학적 노출기준

- (2) 우리나라 특수건강진단에서 정한 노말헥산에 대한 생물학적지표의 노출기준은 헥산디온 5 mg/g 크레아티닌이다(당일 작업종료 후 채취한 소변시료 중).
- (2) 미국 산업위생전문가협회(ACGIH)에서 정한 노말헥산에 대한 생물학적지표의 노출기준은 헥산디온 0.4 mg/g 크레아티닌이다(일주 작업종료시 채취한 소변시료 중).
- (3) 헥산디온은 메틸노말부틸케톤의 대사산물이기도 하므로 필요한 경우 확인검사를 위해 혈중 노말헥산을 측정할 필요가 있다.

10.2. 보호구

10.2.1. 호흡용 보호구

- (1) 500 ppm 이하에서는 방독마스크를 착용하고, 1,100 ppm 이하에서는 전면형 공기 호흡기 또는 송기마스크를 착용한다.
- (2) 대피시에는 공기여과식 호흡보호구(유기가스용 정화통 및 전면형) 또는 공기호흡기(대피용)를 착용한다.
- (3) 농도를 모르는 경우나 기타 생명이나 건강에 급박한 위험이 있는 경우에는 송기 마스크(복합식 에어라인 마스크) 또는 공기호흡기(전면형)를 착용한다.
- (4) 호흡용 보호구는 한국산업안전보건공단의 안전인증을 받은 것을 사용한다.

10.2.2. 보호장갑

- (1) 노말렉산 노출 근로자는 피부접촉과 흡수를 줄이기 위해 내화학적 보호장갑을 착용하여야 한다. 노말렉산에 대한 침투성 검사 결과가 우수한 재질을 쓰는 것이 바람직하며 고무류의 장갑을 권장한다.
- (2) 혼합유기용제를 취급할 경우 노말렉산에는 유용하나 다른 유기용제에는 약한 재질이 있을 수 있으므로 유의한다.
- (3) 보호장갑 제품들은 제조회사에 따라 질이 매우 다양하므로 반드시 제품별 투과성 자료를 제조회사에 요구하여 검토하는 것이 좋다.

10.3. 명칭 등의 게시 및 유해성 등의 주지

- (1) 사업주는 노말렉산을 취급하는 작업장의 보기 쉬운 장소에 노말렉산이 인체에 미치는 영향, 노말렉산 취급상의 주의사항, 노말렉산을 취급하는 작업을 할 때 착용할 보호구, 응급조치 및 긴급 방재요령을 게시한다.
- (2) 사업주는 노말렉산을 취급하는 작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 노말렉산의 유해·위험성 등 다음 각 호의 사항을 작업 배치 전에 근로자에게 알린다.
 - (가) 작업장에서 제조 또는 사용되는 노말렉산 등의 물리화학적 특성

(나) 노말핵산의 인체에 미치는 영향 및 증상

(다) 노말핵산 취급상의 주의사항

(라) 노말핵산을 취급하는 작업을 할 때 착용하여야 할 보호구 및 착용방법

(마) 위급상황이 발생할 때 대처방법 및 응급처치 요령

(바) 그 밖에 근로자 건강장해예방에 관한 사항

10.4. 위생관리

10.4.1. 청소

사업주는 노말핵산을 취급하는 실내작업장, 휴게실 또는 식당 등에 대해서는 노말핵산으로 인한 오염을 제거하기 위하여 청소를 실시한다.

10.4.2. 흡연 등의 금지

사업주는 노말핵산을 취급하는 실내 작업장에서는 근로자가 흡연을 하거나 음식물을 먹지 아니한다.

10.4.3. 세척시설 등

(1) 사업주는 노말핵산을 취급하는 작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 세면·목욕·세탁 및 건조를 위한 시설을 설치하고 필요한 용품 및 용구를 비치한다.

(2) 사업주는 세면·목욕·세탁 및 건조를 위하여 설치하는 탈의시설을 오염된 작업복과 평상복을 구분하여 보관할 수 있는 구조로 한다.