

페놀

가. 화학물질 정보

(1) 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)

(2) 물리·화학적 성질

- C A S N o : 108-95-2. 분자식 및 구조식 C_6H_5OH
- 모양 및 냄새 :
무색~분홍색의 결정형 고체, 특유의 달콤하고 타르와 같은 냄새(냄새 역치 0.04 ppm)
- 분 자 량 : 94.11 (1 ppm = 3.52 mg/m³ :20°C). 비 중 : 1.071 (20°C)
- 녹 는 점 : 40.85°C. 끓 는 점 : 182°C
- 증 기 밀 도 : 3.24. 증 기 압 : 0.35 mmHg (25°C)
- 인 화 점 : 79°C (밀폐상태). 폭 발 한 계 : 공기 중 1.7~8.6% (vol %)
- 전 환 계 수
- 용 해 도 : 물(1 g/15 ml)과 벤젠(1 g/12 ml)에 잘 녹는데 이때 pH는 6이다. 그 외 클로로포름, 알코올, 에테르, 이황화탄소, 글리세롤, 바셀린, 휘발성 오일, 알칼리 수산화물에 매우 잘 녹는다. 그러나 석유 에테르류에는 녹지 않는다.
- 기 타
열에 불안정하고, 강한 산화제 특히 차아염소산칼슘과 접촉하면 불이 나고 폭발함. 연소할 때는 일산화탄소 같은 유독가스와 증기가 발생함. 플라스틱류, 고무류 및 피복제를 상하게 하며, 뜨거운 페놀 용액은 알루미늄, 마그네슘, 납 및 아연 등 금속을 부식시킴.

(3) 발생원 및 용도

- 1) 소독제
- 2) 화학분석 시약
- 3) 인공수지의 생산
- 4) 방향족 화합물 등 유기화합물의 생산

(4) 주로 노출되는 공정

- 1) 소독작업, 화학분석실험, 인공수지, 유기화합물 및 염료의 생산 공정
- 2) 자동차 배기가스
- 3) 흡연

나. 임상적 물질정보

(1) 흡수 및 대사

- **흡수** : 흡입(60~80% 정도 폐에 축적), 피부 노출, 섭취 등 모든 경로를 통해 빠르게 흡수된다. 폐놀은 증기, 액체 및 고체도 1차적으로 경피흡수 된다. 폐놀 증기의 경피 흡수 능력은 흡입에 의해서 흡수되는 것과 같은 수준이다.
- **대사** : 소변으로 배설되는 주요 대사산물은 폐놀 황산염(phenol sulfate), 폐놀 글루쿠로나이드 (phenol glucuronide), 하이드로퀴논 루쿠로나이드 (hydroquinone glucuronide)이다.
- **배설** : 흡수된 폐놀의 일부는 그대로(특히 고용량에서), 일부는 대사되어 16시간 이내에 대부분 소변을 통해 배설된다. 그 외 일부는 호기나 대변을 통해 배설된다.
- **반감기** : 자원자를 대상으로 흡입 및 피부 노출을 한 연구에서 반감기는 약 3.5시간으로 측정되었다. 그러나 Bentur Y 등은 반감기가 약 13.86시간이라고 보고하였다.

(2) 표적장기별 건강장해

1) 급성 건강영향

급성 노출 시는 조직에 대한 부식작용이 강하다. 전신 중독은 어떤 경로로 흡수되어도 생기지만 특히 경피흡수에 의해서 잘 생긴다. 인간에서의 치사량은 50~500 mg/kg이며 감수성이 있는 사람에서는 저농도 노출에서도 치명적이거나 심각한 부작용을 나타낼 수 있다. 대개 중추신경계, 심장, 혈관, 폐 및 신장에의 독성으로 인해 사망하게 된다. 간, 신 및 호흡기의 기능이 저하된 사람은 특히 폐놀의 독성에 민감하다.

i. **눈, 피부, 비강, 인두** : 눈, 점막 및 피부를 자극하며, 폐놀 용액은 조직에 대한 부식작용이 강해서 피부 노출 시 통증, 국소 마취, 창백, 피부박탈, 괴저, 화상, 가피형성, 피부색조의 변화 등이 나타난다. 또한 희석된 용액에 닿으면 심한 피부염이 유발된다. 고농도의 용액은 사람의 눈을 심하게 자극하여 결막종창과 각막혼탁, 지각과민을 유발하며, 시력손실까지도 일으킬 수 있다.

ii. **비뇨기계** : 짙은 색 소변, 소변 감소, 대사성 산증, 급성 세뇨관 괴사 등 신장 독성을

나타낸다.

- iii. **신경계** : 중추신경계 자극 및 억제 증상, 경련, 쇼크, 섬망, 혼수, 의식소실이 나타날 수 있다.
- iv. **호흡기계** : 흡입 시 기침 등 호흡기 자극증상, 협착음 등이 나타나며, 폐부종을 야기할 수 있다. 흡입 후 호흡 시에는 향긋한 냄새가 난다. 그러나 폐놀은 증발성이 낮기 때문에 산업장에서 심한 호흡기 장애를 일으키는 일은 드물다.
- v. **위장관계** : 섭취 시 메스꺼움, 구토, 설사, 복통, 토혈 및 혈변이 나타날 수 있으며 위장관 점막의 부식 및 염증을 초래한다. 드물지만 시간이 지난 후 식도협착이 발생할 수 있다.
- vi. **심혈관계** : 빈맥, 저혈압 및 부정맥이 발생할 수 있다.
- vii. **간담도계** : 간의 손상을 야기할 수 있다.

2) 만성 건강영향

i. 신경계

- 만성적인 노출시 두통, 어지러움, 근육통 및 근무력 등이 발생한다.

ii. 비뇨기계

- 지속적인 노출 후 짙은 색 소변, 신장염 등이 나타나며, 만성적인 노출 시 특히 신장 독성이 강하다.

iii. 눈, 피부, 비강, 인두

- 만성적인 노출 시 구내염 발생할 수 있으며, 검은 색소침착(조직 갈변증, ochronosis)이 생긴다.

iv. 위장관계

- 만성적인 노출 시 메스꺼움, 타액분비, 설사, 식욕감퇴 등이 발생한다.

v. 간담도계

- 만성적인 노출 시 간염이 발생할 수 있다.

vi. 기타

- 쥐와 생쥐에 임신 6일에서 15일까지 위내에 각각 120 mg/kg 에서 280 mg/kg 까지 투여하면 투여량에 따라 태자에 독성이 나타났으나 최기작용은 없었다. 소련의 한 연구 보고에 의하면 임신기간 중 0.13 및 1.3 ppm 농도에 노출되면 태자의 손실과 출생 후의 조기사망률이 증가한다고 한다.

3) 발암성

쥐 또는 생쥐에 폐놀을 2,500 또는 5,000 ppm씩 물에 섞어서 13주 동안 발랐을 경우 52주 후에 14마리 중 5마리에서 유두종이 생겼고 72주 후에 섬유육종이 1례 생겼다. 폐놀은 비 특이적인 자극제이나 대량의 폐놀이 피부에 반복해서 닿으면 종양발생이 촉진된

다. 저 농도의 페놀을 투여한 쥐에서는 백혈병과 임파종이 많이 발생하는 것으로 알려져 있으나 103주 동안 2,500~5,000 ppm 농도의 페놀을 음료수에 섞어서 쥐와 생쥐에 먹었을 때에는 발암효과를 확인할 수 없었다.

각종 목재산업에 종사하는 근로자들에 대한 역학조사 결과에서 페놀에 노출되었을 경우 구강 및 호흡기 종양발생의 위험성이 증가하는 것으로 나타났으나, 이들 연구가 대상자수가 적고 다른 물질과 함께 노출되었던 상태였기 때문에 확정적으로 결론지을 수 없다. 아직까지 사람이나 쥐에 대한 페놀의 발암성은 확인되지 않았다. (IARC : 3, ACGIH : A4)

(3) 노출기준

1) 기준 노출기준

- 한국(고용노동부, 2013) TWA : 5 ppm(19 mg/m³) STEL : -
- 미국(TLV; ACGIH, 2011) TWA : 5 ppm(19 mg/m³) STEL : -
- 기준설정의 근거 : 자극증상, 중추신경계 증상 그리고 심혈관계, 간, 신장해가 나타나지 않는 수준에서 결정

(4) 생물학적 모니터링

- 미국(BEI; ACGIH, 1999) : 작업종료 직후 채뇨, 소변 중 총 페놀 배설량 : 250 mg/g Cr
- 미국(NIOSH) : 소변 중 총 페놀 배설량 : 4.5~20.7 mg/g Cr(비직업성 노출), 300 mg/g Cr(잠정적 정상치)
- 독일(BAT; DFG, 1999) : 작업종료 직후 채뇨, 소변 중 총 페놀 배설량 : 300 mg/ℓ

* 소량의 티몰(thymol : 100~300 mg)을 방부제로 사용한다.

* 냉장하는 경우에는 4일, 냉동하는 경우에는 최소 3개월 동안 보관할 수 있다.

(5) 참고문헌

- 1) O'Neil, M.J. (ed.). The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. 13th Edition, Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc., 2001. pp 1300
- 2) Reynolds, J.E.F., Prasad, A.B. (eds.) Martindale-The Extra Pharmacopoeia. 28th ed. London: The Pharmaceutical Press, 1982. pp 571
- 3) Gerhartz, W. (exec ed.). Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 5th ed. Vol A1: Deerfield Beach, FL: VCH Publishers, 1985 to Present. pp VA19 309
- 4) U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Toxicological Profile

- for Phenol. U.S. Public Health Service, Atlanta, GA (1989)
- 5) Ellenhorn, M.J., S. Schonwald, G. Ordog, J. Wasserberger. Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. 2nd ed. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1997. pp 1228
 - 6) Gilman, A. G., L. S. Goodman, and A. Gilman. (eds.). Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. 6th ed. New York: Macmillan Publishing Co., Inc. 1980. pp 967
 - 7) Britt DL, Hushon JM; Biol Effects, Crit and Stand Haz Pollut Assoc Energy Technol. 1976. pp 29
 - 8) Sheftel, V.O.; Indirect Food Additives and Polymers. Migration and Toxicology. Lewis Publishers, Boca Raton, FL. 2000. pp 135
 - 9) Kenyon EM, Seeley ME, Janszen D, Medinsky MA. Dose-, route-, and sex-dependent urinary excretion of phenol metabolites in B6C3F1 mice. J Toxicol Environ Health 1995;44(2):219-33.
 - 10) Gosselin, R.E., R.P. Smith, H.C. Hodge. Clinical Toxicology of Commercial Products. 5th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1984. pp III-346
 - 11) USEPA; Ambient Water Quality Criteria Doc: Phenol p.C-19 (1980) EPA 440/5-80-066
 - 12) Bentur Y, Shoshani O, Tabak A, Bin-Nun A, Ramon Y, Ulman Y, Berger Y, Nachlieli T, Peled YJ. Prolonged elimination half-life of phenol after dermal exposure. J Toxicol Clin Toxicol 1998; 36(7) :707-11.
 - 13) Sullivan JB Jr, GR Krieger (eds.). Hazardous Materials Toxicology-Clinical Principles of Environmental Health. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1992. pp 1093-5
 - 14) Lober CW. Chemexfoliation--indications and cautions. J Am Acad Dermatol 1987;17(1):109-12.
 - 15) Gilman, A.G., L.S.Goodman, and A. Gilman. (eds.). Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. 7th ed. New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1985. pp 969-70
 - 16) Ford MD, Delaney KA, Ling LJ, Erickson T; Clinical Toxicology. W.B. Saunders Company., Philadelphia, PA. 2001. pp 752-3
 - 17) Osol, A. (ed.). Remington's Pharmaceutical Sciences. 16th ed. Easton, Pennsylvania: Mack Publishing Co., 1980. pp 1263
 - 18) Grant, W.M. Toxicology of the Eye. 3rd ed. Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher, 1986. pp 720
-

- 19) Gossel, T.A., J.D. Bricker. Principles of Clinical Toxicology. 3rd ed. New York, NY: Raven Press, Ltd., 1994. pp 222
- 20) IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol 47 (1989).
- 21) Bingham, E.; Cohrssen, B.; Powell, C.H.; Patty's Toxicology Volumes 1-9 5th ed. John Wiley & Sons. New York, N.Y. 2001. pp V4 390
- 22) Bioassay of Phenol for Possible Carcinogenicity (1980) Technical Rpt Series No. 203 DHEW Pub No. (NIH) 80-#1759, U.S. Department of Health Education and Welfare, National Cancer Institute, Bethesda, MD 20014

다. 주요 문진항목

- 페놀은 피부, 폐 및 위장을 통해 몸에 쉽게 흡수될 수 있다. 어느 경로로의 노출이든 페놀에 의한 중독 증상이 발생할 수 있다.
 - 피부와 눈의 증상은 노출된 량과 노출 시간에 따라 가볍거나 중한 화상이 발생할 수 있다.
 - 페놀의 호흡기 노출시에는 코, 목구멍 및 폐, 기관지의 화상을 유발할 수 있다. 폐에 심한 손상을 입으면 폐수종으로 호흡이 어려워 질 수도 있다.
 - 페놀을 경구로 삼켰을 때는 소화기관의 점막 손상으로 내부 출혈이 발생할 수 있다. 일반적으로 노출이 심할수록 증상은 더 심하다.
 - 뇌는 페놀 노출시 매우 민감한 장기이다.
 - 흡수된 페놀은 규칙적인 호흡을 통제하는 뇌의 기능을 방해하여 발작과 혼수 같은 증상을 유발할 수 있다. 또한 심장의 리듬을 변화시켜 위험을 일으킬 수 있다.
-
- ▶ 기침, 천명음
 - ▶ 호흡곤란, 가쁜 호흡, 흉통
 - ▶ 불규칙한 심장박동, 가슴 두근거림
 - ▶ 피부의 발적이나 통증, 피부 화상부위에서 고름과 같은 분비물
 - ▶ 원인 불명의 졸림, 현기증, 두통, 실신

(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 증상들은 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

※ 간·신장·호흡기·눈·피부·신경계에 유의하여 진찰

※ 폐놀은 어떤 경로로 노출되든 전신 중독을 일으킬 수 있다. 폐놀은 부식성이 있어 접촉 부위에서 화학 화상을 일으킨다. 전신 중독의 증상은 초기의 일시적인 중추 신경 자극을 포함하며, 혼수 상태 및 발작은 몇 분 이내에 발생할 수 있다. 또한 말초신경 손상 (축삭의 탈수초화)을 유발할 수 있다. 노출 후 최대 18 시간까지 지연되어 발생할 수 있다. 다른 증상으로는 메스꺼움, 구토, 설사, 메트헤모글로빈 혈증, 용혈성 빈혈, 다량 발한, 저혈압, 부정맥, 폐부종 및 빈맥 등.

(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) 심혈관계, 호흡기계

1) 심음 및 폐음 확인

- 기침, 가래, 호흡곤란, 객혈, 흉통, 천명, 청색증, 심계항진 등
- 호흡음, 호기의 연장, 습성 라음, 건성 라음, 기침후의 라음(posttussive rales), 마찰음(friction rub), 천명, 흉성(pectoriloquy), 기관지성(bronchophony)

(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) 이비인후관계

- 인후두 점막 자극증상 및 소견 기술 (특히 후두부 중격 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, 성상(긴장도, 습윤도, 경도), 피부발열, 부종, 발진, 반점, 혈관확장, 수장홍반, 출혈, 발한(sweating), 피부홍조(flushing), 피부퇴색(bleaching)
- 피부 통증, 발진, 수포, 가려움증, 모발 및 손톱의 색조변화, 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
- 4) LFT (AST/ALT, Total bilirubin, direct bilirubin, indirect bilirubin)
- 5) Glucose, T.CHO, LDL, HDL, TG
- 6) 소변 튜브에 날짜, 채취시간, 이름(년번) 표기하여 40~60mL 소변수집
==> -20°C에서 냉동보관(추후 건강영향조사시 수거예정)
- 7) 요 중 페놀 (81.5 mg/L 이상의 요중 페놀 수치 또는 250 mg/g 이상의 크레아티닌 수치는 페놀의 과다노출 의미)
- 8) 용혈 여부를 결정하기 위한 말초 혈액 도말검사
- 9) urinalysis and plasma free hemoglobin and haptoglobin analyses, methemoglobinemia 검사

※ 요 중 페놀 검사는 임상적으로 유용하지는 않지만, 노출을 기록하는 데 사용될 수 있다.

81.5 mg/L 이상의 요중 페놀 수치 또는 250 mg/g 이상의 크레아티닌 수치는 페놀의 과다노출을 의미한다. 이들 환자는 페놀의 전신 독성의 증상 (중추신경 자극 증상, 우울증, 혼수 및 발작, 메스꺼움, 구토, 설사, 메트헤모글로빈 혈증, 용혈성 빈혈, 다량 발한, 저혈압, 부정맥, 폐부종 및 빈맥 등)에 대해 모니터링 해야 한다.

(2) 호흡기 및 심혈관계 검사

1) Chest PA/Lat

2) EKG

3) 선택검사 항목

==> 호흡기 증상 호소 시 : PFT, HRCT, Pulse Oximetry, ABGA, CoHb

==> 가슴 갑갑함 등 심장관련 증상 호소시 : Cardiac Marker

바. 응급처치 지침

(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 대비하여야 한다.
- (7) 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.).
- (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) 음독시에는 절대로 환자에게 구토를 유도하지 않도록 한다. 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.
- (11) 의식이 있고 삼킬 수 있는 환자에게는 120~240ml의 우유, 달걀 흰자 또는 젤라틴 용

액을 준다.

(환자가 토한 오염물은 직접 접촉 위험이나 페놀 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 삽입하지 않았다면, 위세척은 권장되지 않는다.
- (13) 페놀에 대한 해독제는 없다. 숯을 이용한 활성탄 혈액관류(charcoal hemoperfusion)는 혈액에서 유리된 페놀을 제거 할 수는 있고, exchange transfusion은 페놀 중독의 치료에 제안되어 왔지만 임상적 가치는 증명되지 않았다.
- (14) 환자는 메트헤로글로빈 혈증(methemoglobinemia)을 검사해야 한다. 증상이 있는 환자는 1~2 mg/kg 의 1% methylene blue를 정맥 내로 서서히 투여하여 치료해야 한다. 추가 용량이 필요할 수 있다.
- (15) 제염시에도 빠른 처치가 이루어지는 것이 중요하다. 환자의 생체 활력징후가 불안정하거나 의식이 없다면 ALS 프로토콜대로 진행함으로 제염을 대치한다.

[전신 화상시 처치]

- (1) 페놀 액체에 피부가 닿으면 화학적 화상을 입을 수 있고, 빠르게 흡수되어 전신 독성에 기여할 수 있다.
- (2) 페놀에 의한 화학적 화상 환자를 치료하는 동안 의료진은 보호복과 장갑(부틸 고무장갑 및 앞치마)을 착용해야 한다.
- (3) 열에 의한 화상에 준해 치료한다.
- (4) 고압 샤워로 씻은 후(물의 양이 적으면 단순히 페놀을 희석하고 노출 면적을 넓힐 수 있다) 에는 피부를 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻어낸다.
- (5) 노출된 페놀을 50 %로 희석 할 수 있는 low-molecular-weight polyethylene glycol (PEG 300 또는 PEG 400)을 사용해 반복적으로 닦는다.

- (6) 페놀 냄새가 없어질 때까지 계속해서 치료한다.
- (7) PEG가 없으면 대신 글리세린 용액을 사용할 수 있다.
- (8) PEG, 글리세린 용액 중 어느 것도 이용할 수 없다면 고압 샤워로 씻은 후 피부를 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻어낸다.
- (9) 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.

[눈 노출 환자의 처치]

- (1) 강한 페놀 용액의 접촉시 눈 표면의 흐림, 눈의 염증 및 눈꺼풀 화상을 포함하여 심한 눈 손상을 일으킬 수 있다.
- (2) 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.

[호흡기 노출 환자의 처치]

- (1) 페놀 기체에 흡입 노출된 환자가 호흡곤란 증상이 있다면 마스크로 산소를 공급한다.
- (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 노출 환자는 심장 리듬을 지속적으로 모니터링 해야 한다. 고농도 페놀에 노출되면 초기 혈압 상승을 일으키고 점차 심한 저혈압과 쇼크를 유발할 수 있다. 페놀에 대한 피부 노출 후에도 심장 부정맥과 서맥이 보고되고 있다.

사. 상급기관 전원 지침

- (1) 임상진찰 결과 심각한 수준으로 노출되었거나, 호흡기계, 심혈관계, 중추신경계 등의 이상 소견이 있는 환자는 상급기관으로 전원의뢰 한다.
- (2) 음독했거나 피부나 눈, 인후두 부위에 직접 폐놀에 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 흉부 방사선 검사, 소변, 혈액 검사를 재차 받아야 하며 각막 손상 환자들은 24시간 이내에 안과 외래 재진을 받아야 한다.
- (3) 상급기관 전원 사유
==> 폐놀 노출에 의한 중추신경 자극 증상, 우울증, 혼수 및 발작, 메스꺼움, 구토, 설사, 메트헤모글로빈 혈증, 용혈성 빈혈, 대사성 산증, 다량 발한, 저혈압, 부정맥, 폐부종 및 빈맥 등의 증상 발생시 추가적 조치를 위해서이다.

아. 외래진료 및 추적관찰 지침

- (1) 짧은 시간의 호흡기 노출이고 무증상인 환자인 경우, 2시간 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.
- (2) 노출 후에 최소 2시간에서 4시간 동안 무증상인 환자들 또한 환자용 물질정보 시트와 추후 증상 발현시를 대비한 의학적 후속조치에 관한 지침서를 받고 귀가하도록 한다.
- (3) 노출이 의심되어 진료를 받은 모든 환자들은 반드시 24시간 후 다시 진료하고 자각증상에 관해 문진, 폐부종이나 중추신경계 영향을 확인하기 위한 혈액, 소변검사, 흉부방사선 추적검사 등을 시행한다.
- (4) 24시간 지연되어서 발현되는 증상이 있다면 필요에 따라 추가적 검사와 추적 흉부방사

선 검사를 시행할 수 있다.

(5) 대부분의 화학물질 노출에 따른 지연 증상은 48시간 이내에 발현된다.

(6) 48시간 경과 이후에도 추가적인 발현 증상이 없다면, 이후부터는 대증적 치료를 시행한다.

자. 건강영향조사를 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(년번) 표기하고 -20℃에서 냉동보관한다. (추후 건강영향조사단에서 수거 또는 폐기 안내예정)

(3) 건강영향조사단의 특별한 지시가 없을 경우에는 소변 시료만 채취한다.

차. 환자용 물질정보 시트

※ 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 폐놀이 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 환경보건 센터로 연락하시기 바랍니다.

카. 환자용 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 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 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 : _____