

PHENOL(3)

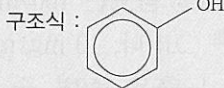


연세대학교 보건대학원 / 김 치 년

CAS 번호 : 108-95-2

동의어 : Carboic acid; Hydroxybenzene; Oxybenzene; Phenic acid; Phenylic acid; Phenyl hydroxide

분자식 : C₆H₆O



TLV-TWA, 5 ppm (19 mg/m³); "피부", A4

사람대상의 연구

Ohtsuji와 Ikeda⁴⁵⁾는 Bakelite 공장 직원들의 소변 중 페놀 농도와 공기 중 페놀 노출농도를 측정하였다.

공기 중 페놀 농도는 0~12.5 mg/m³(3 ppm) 수준이었다. 소변시료는 노출 전과 후에 채취하였고 총 페놀(total), 포합체 형성이 안 된(free) 페놀 그리고 포합체(conjugate)형태 페놀을 분석하였고 에테르 글

루크로니드, 황산염을 분석하였다.

소변 중 포합체 형성이 안 된 형태의 페놀(free)농도는 공기 중 페놀 농도에 따라 경미한 변화가 있었다. 소변 중 에테르 황산염은 일반적으로 공기 중 페놀농도가 증가함에 따라 증가하였다.

근무시간동안 소변 중 페놀 농도가 증가한 것으로 관찰되었지만 16시간 안에 노출되기 전 수준으로 감소하였다. 조사대상 근

로자들 중 어느 누구도 질병에 대한 영향은 없었다.⁴⁵⁾

Ruedemann과 Deichmann⁴⁶⁾은 성인 20명을 대상으로 대상자 피부에 2% 칼라민 로션과 4.75%가 포함된 phenol-camphor-liquid petrolatum을 신체 표면 75% 이상 도포하였다.

혈액시료는 노출 전에 채취하고 1~3일 동안 2시간 간격으로 채취하여 Deichmann과 Schafer⁴⁷⁾의 방법을 사용하여 페놀을 분석하였다.

분석 결과를 살펴보면 모든 실험 대상자들의 페놀 노출 전의 혈액에서 포합체 형성이 안 된(free) 페놀 평균농도는 0.15 mg/100 mL이었고 노출이 되면서 평균 0.4 mg/100 mL 증가하였다.

두 실험에서 모든 실험 대상자들의 혈중 총 페놀의 노출 전 농도는 평균 0.35 mg/100 mL이었다.

혈중 포합체(conjugate)형태 페놀 농도는 0.9~1.9 mg/100 mL 범위에서 두 개의 시험과정 모두 증가하였다. 피부에 페놀을 노출시킬 때 혈중 포합체 형성이 안 된(free) 페놀 농도 그리고 포합체(conjugate)형태 페놀 농도 결과는 현저한 차이가 없었다.

포합체(conjugate)에 의한 해독은 즉시 시작되었고 포합체 형성이 안 된(free) 페

놀과 포합체(conjugate)형태 페놀 둘 다 혈중 농도는 24시간 안에 노출 전의 수준으로 회복되었다.⁴⁶⁾

체내의 혈액과 소변 페놀 농도는 다양한 추정치가 있다. 혈액과 소변 내 다양한 페놀 형태에 따른 농도는 공기 중 노출 수준 또는 피부에 노출된 농도에 따라 상당 수준 변한다.³⁾²⁸⁾⁴⁶⁾⁴⁷⁾⁴⁸⁾⁴⁹⁾⁵⁰⁾⁵¹⁾⁵²⁾

소변 중 페놀 농도의 폭넓은 변이 양상은 실험 대상자들과 분석 방법의 차이 그리고 보정계수의 이용에 따라 결정된다.

예를 들어, 증기상 페놀에 8시간까지 노출되면 소변 중 총 페놀 농도는 100 mg/L 이상까지 생성된다.²⁸⁾ 그러나, 10 mg/m³ 수준의 작업장 페놀 노출은 소변 중 262 mg/L의 페놀을 생성하였다.⁴⁵⁾

Folin과 Denis⁴⁸⁾는 고단백 식단에 노출된 사람들의 소변 중에서 페놀 농도의 큰 차이를 발견하였다.⁵¹⁾⁵³⁾

페놀은 부분적으로 낮은 휘발성 때문에 작업장 내 페놀은 일반적으로 호흡기계 노출경로에 의한 심각한 유해성은 없다.⁵⁴⁾ Thomas와 Back⁵⁵⁾은 근로자가 작업 중 페놀을 취급하는 동안 피부 흡수 노출 경우를 피하게 하면, 5 ppm의 노출 한계 정도면 충분히 페놀의 전신독성 유발을 사전에 방지할 수 있다고 하였다.

Gottlieb와 Storey⁵⁶⁾는 페놀 용액을 두

피, 얼굴, 목, 어깨, 등에 쏟은 32살 남성의 경우는 10분 후에 사망하였다고 보고하였다. 페놀은 피부와 왼쪽 눈의 응고에 의한 괴사와 급성 피부염, 그리고 폐, 간, 비장과 콩팥의 급성 장애를 유발하였다.

TLV 권고

페놀은 눈, 점막과 피부의 자극제라 할 수 있다.³⁾⁶⁾¹⁰⁾³¹⁾³²⁾³³⁾³⁴⁾³⁵⁾⁴¹⁾ 페놀의 전신 흡수는 모든 노출 경로를 통해 일어날 수 있으며, 폐와 CNS 기능 손상을 유발할 수 있다.¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾³¹⁾³²⁾³³⁾³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾

26~52 ppm 농도 수준의 페놀 증기에 동물들이 반복적으로 노출되면 호흡기계, 심혈관, 간장, 신경계 독성이 야기될 수 있다.⁸⁾ 5.2 ppm 이하에 노출된 근로자와 실험 지원자에게는 어떠한 악영향도 관찰되지 않았다.¹²⁾²⁶⁾

따라서 페놀에 대한 TLV-TWA는 5 ppm으로 권고하였다. 증기상, 액상, 고체상의 페놀은 접촉된 피부를 침투하여 전신독성을 유발하기 때문에 피부경고주석(skin notation)을 권고하는 게 타당하다. 동물

연구를 통한 페놀의 발암성 증거는 현재로서는 부정적이거나 부적합한 것으로 결정되었다.¹¹⁾¹²⁾

그러므로, 페놀은 인간의 발암성 물질로 분류될 수 없는 A4로 권고하였다. 또한 감작제(SEN)와 TLV-STEL 설정은 충분한 데이터가 없기 때문에 이를 현재로서는 권고할 수 없다. 그러나 페놀은 생물학적 노출 지수가 설정된 물질이다.

ACGIH-TLV의 역사

- 1952년-현재 : TLV-TWA, 5 ppm 권고
- 1961년-현재 : 피부흡수 경고(Skin notation) 권고
- 1976년-1986년 : TLV-STEL, 10 ppm 권고
- 1985년 : TLV-STEL 권고 철회 제안
- 1987년 : TLV-STEL 삭제
- 1995년 : A4(Not Classifiable as a Human Carcinogen) 제안
- 1996년-현재: TLV-TWA, 5 ppm; Skin; A4 권고 🐾

참고문헌

3. U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: Criteria for a Recommended Standard—Occupational Exposure to Phenol. DHEW (NIOSH) Pub. No. 76-196; 1976. In: NIOSH Criteria Documents Plus CD-ROM. DHHS (NIOSH) Pub. No. 97-106; NTIS Pub. No. PB-502-082. U.S. National Technical Information Service, Springfield, VA (1997).
6. U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Toxicological Profile for Phenol. U.S. Public Health Service, ATSDR, Atlanta, GA (1989)
8. Angel, A.; Rogers, K.J.: An Analysis of the Convulsant Activity of Substituted Benzene in the Mouse. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 21:214-229 (1972)
10. Deichmann, W.B.; Kitzmiller, K.V.; Witherup, S.: Phenol Studies. VII. Chronic Phenol Poisoning with Special Reference to the Effects Upon Experimental Animals of the Inhalation of Phenol Vapor. *Am. J. Clin. Pathol.* 14:273-277 (1944)
11. U.S. National Cancer Institute: Bioassay of Phenol for Possible Carcinogenicity (CAS No. 108-95-2). NCI Carcinogenesis Technical Report 203. DHHS (NIH) Pub. No. 80-1759; NTIS Pub. No. PB-802-217-946. U.S. National Technical Information Service, Springfield, VA (1980)
12. International Agency for Research on Cancer: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, Vol. 47, Some Organic Solvents, Resin Monomers and Related Compounds, Pigments and Occupational Exposures in Paint Manufacturing and Painting, pp. 263-287. IARC, Lyon, France (1989)
18. Evans, S.J.: Acute Phenol Poisoning. *Br. J. Ind. Med.* 9:227-229 (1952)
19. Duvemeuil, G.; Ravier, E.: Acute Toxicity of Phenol by Cutaneous Application. *Arch. Mal. Prof.* 23:830-833 (French) (1962)
20. Hinkel, G.K.: Phenol Poisoning of a Newborn through Skin Resorption. *Dtsch. Gesundheitswss.* 23:2420-2422 (German) (1968)
21. Satulsky, E.M.; Helpers, W.: Dermatitis Venenata Caused by Phenol-Camphor Mixtures. *J. Med. Soc. N.J.* 40:137-139 (1943)
22. Telegina, K.A.; Boiko, V.I.: Vitiligo-like Skin Changes in Employees in Phenol Additive Production. *Vestn. Dermatol. Venerol.* 46:31-34 (Russian) (1972)
23. Cronin, T.D.; Bauer, R.O.: Death Due to Phenol Contained in Foil - Report of a Case. *JAMA* 139:777-779 (1949)
24. Johnstone, R.T.; Miller, S.W.: The Aromatic Hydrocarbons and Derivatives. In:

- Occupational Diseases and Industrial Medicine, pp. 195–196. Saunders Co., Philadelphia (1960)
25. Hubler, W.R.: Ulceration of the Feet Following a Single Application of a Camphor–Phenol Mixture. *JAMA* 123:990 (1943)
 26. Miller, F.G.: Poisoning by Phenol. *Can. Med. Assoc. J.* 46:615–616 (1942)
 27. Turtle, W.R.; Dolan, T.: A Case of Rapid and Fatal Absorption of Carbohc Acid Through the Skin. *Lancet* 2:1273–1274 (1922)
 28. Piotrowski, J.K.: Evaluation of Exposure to Phenol – Absorption of Phenol Vapor in the Lungs and Through the Skin and Excretion of Phenol in Urine. *Br. J. Ind. Med.* 28:172–178 (1971)
 29. Lambotte, C.; Degroote, V.: A Case of Fatal Phenol Poisoning in a Newborn Infant. *Ann. Med. Leg.* 40:288–290 (French) (1960)
 30. Watorski, K.: Fatal and Mild Phenol Poisoning in a Newborn Infant. *Pol. Tyg. Lek.* 7:1265–1267 (Polish) (1952).
 31. Hartigan, W.: Poisoning by Lysol. *Br. Med. J.* 2:1498 (1900)
 32. McCord, C.P.; Monster, D.K.: Phenol Poisoning from Ink. *JAMA* 83:843 (1924)
 33. Smith, R.E.: Absorption of Carbohc Acid Through the Skin. *Lancet* 2:1359 (1922)
 34. Stajduhar–Caric, Z.: Acute Phenol Poisoning. Singular Findings in a Lethal Case. *J. Forensic Med.* 15:41–42 (1968)
 35. Bennett, I.L.; James, D.F.; Golden, A.: Severe Acidosis Due to Phenol Poisoning. Report of Two Cases. *Ann. Intern. Med.* 32:324–327 (1950)
 36. Caviness, V.S.: Phenol Gangrene Complicating Diabetes Mellitus. *N.C. Med. J.* 1:219–221 (1940)
 37. Smith, R.P.; Olson, M.V.: Drug–Induced Methemoglobinemia. *Semin. Hematol.* 10:253–268 (1973)
 38. Humperdinck, K.: Results of Examination of Male and Female Employees when Using Synthetic Resin Solutions on the Basis of Formaldehyde–Phenol Condensation Products. *Arch. Gewerbepathol. Gewerbehyg.* 11:519–535 (German) (1942)
 39. Meneghini, C.L.; Rantuccio, C.; Ghislanzoni, G.: Further Observations on Experimental Sensitization by Phenolic and Epoxy Resins. *Dermatologica* 132:99–103 (French) (1966)
 40. Pirila, V.; Kilpio, O.: On Dermatitis Caused by Formaldehyde and Its Compounds.

- Ann. Med. Intern. Fenn, 38:38-51 (1949)
41. Schwartz, L.: Dermatitis in the Manufacture of Synthetic Resins and Waxes. Skin Hazards in American Industry, Part II, pp. 1-12. Pub. Health Bull. 229. U.S. Treasury Dept., Public Health Service, Washington, DC (1936)
 42. Calvery, H.O.: Warning on the Use of Phenol-Camphor in Cases of "Athlete's Foot." JAMA 119:366 (1942)
 43. Hubler, W.R.: Ulceration of the Feet Following Single Application of Camphor-Phenol Mixture. JAMA 123:990 (1943)
 44. Baker, E.L.; Landrigan, P.J.; Bertozzi, P.E.; et al.: Phenol Poisoning Due to Contaminated Drinking Water. Arch. Environ. Health 33:89-94 (1978)
 45. Ohtsuji, H.; Ikeda, M.: Quantitative Relationship Between Atmospheric Phenol Vapor and Phenol in Urine of Employees in Bakelite Factories. Br. J. Ind. Med. 29:70-73 (1972)
 46. Ruedeman, R.; Deichmann, W.: Blood Phenol Level after Topical Application of Phenol-Containing Preparations. JAMA 152:506-509 (1953)
 47. Deichmann, W.; Schafer, L.V.: Phenol Studies - I. Review of the Literature; II. Quantitative Spectrophotometric Estimation of Free and Conjugated Phenol in Tissues and Fluids; III. Phenol Content of Normal Human Tissues and Fluids. Am. J. Clin. Pathol. 12:129-143 (1942)
 48. Folin, O.; Denis, W.: The Excretion of Free and Conjugated Phenol Derivatives. J. Biol. Chem. 22:309-320 (1915)
 49. Dirmikis, S.M.; Darbre, A.: Gas-Liquid Chromatography of Simple Phenols for Urinalysis. J. Chromatogr. 94:169-187 (1974)
 50. Van Haaften, A.B.; Sie, S.T.: The Measurement of Phenol in Urine by Gas Chromatography as a Check on Benzene Exposure. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 26:52-58 (1965)
 51. Walkley, J.E.; Pagnotto, L.D.; Elkins, H.B.: The Measurement of Phenol in Urine as an Index of Benzene Exposure. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 22:362-367 (1961)
 52. Folin, O.; Denis, W.: The Relative Excretion of Phenols by the Kidneys and by the Intestine. J. Biol. Chem. 22:507-513 (1915)
 53. Fishbeck, W.A.; Langer, R.R.; Kociba, R.J.: Elevated Urinary Phenol Levels not Related to Benzene Exposure. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 36:820-824 (1975)

54. Elkins, H.B.: The Chemistry of Industrial Toxicology, 2nd ed., pp. 384-385. John Wiley & Sons, New York (1959)
55. Thomas, A.A.; Back, K.C.: The Environmental Toxicity of Space Cabin Atmospheres. In: A Symposium on Toxicity in the Closed Ecologic System, pp. 135-142. Honma and Crosby, Eds. Lockheed Missiles and Space Co., Palo Alto, CA (1964)
56. Gottlieb, J.; Storey, E.: Death Due to Phenol Absorption Through Unbroken Skin. Maine Med. J. 27:161-164 (1936).

원고를 보내주세요

월간 「산업보건」은 여러분의 관심 속에 산업보건의 발전과 홍보에 일익을 담당하는 전문지로서 자리매김해 가고 있습니다. 산업보건에 관심 있는 분이라면 누구나 이용할 수 있는 월간 「산업보건」에 많은 투고와 성원을 기다리며, 다음과 같이 원고를 모집합니다.

- 투고 부문 : 산업보건에 관한 학술논문 및 조사연구 보고
산업보건 사례
산업보건 관련 자료
- 원고 송부 : e-mail : pr@kiha21.or.kr
우편 : 서울시 서초구 서초3동 1490-32
대한산업보건협회 월간 「산업보건」 담당자 앞
- 문의 : e-mail : pr@kiha21.or.kr / TEL : (02) 2046-0531

채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다.
원고를 보내실 때 성명, 소속기관명, 주민등록번호, 주소, 연락처, 계좌번호를 알려주십시오.