

ANILINE (7)

연세대학교 보건대학원 / 김치년

CAS 번호 : 62-53-3

분자식(Molecular formula) : $C_6H_5NH_2$

권고하는 BEI

Determinant	Sampling Time	BEI	Notations
Aniline in urine*	End of shift ¹⁾	—	Nq ²⁾
Aniline released from hemoglobin in blood	End of shift	—	Nq
p-Aminophenol in urine	End of shift	50 mg/L	Ns ³⁾ , Sq ⁴⁾ , B ⁵⁾

* 가수분해된 형태: End of shift¹⁾ (As soon as possible after exposure ceases); Nq²⁾ (Nonquantitative) Biological monitoring should be considered for this compound based on the review; however, a specific BEI could not be determined due to insufficient data.; Ns³⁾ (Nonspecific) The determinant is nonspecific, since it is also observed after exposure to other chemicals.; Sq⁴⁾ (Semi-quantitative) The biological determinant is an indicator of exposure to the hemical, but the quantitative interpretation of the measurement is ambiguous. These determinants should be used as a screening test if a quantitative test is not practical, or as a confirmatory test if the quantitative test is not specific and the origin of the determinant is in question.; B⁵⁾ (Background) The determinant may be present in biological specimens collected from subjects who have not been occupationally exposed, at a concentration which could affect interpretation of the result. Such background concentrations are incorporated in the BEI value.

소변 중 파라-아미노페놀의 타당성

아닐린 노출에 따른 소변 중 파라-아미노페놀 배설에 관한 관련성은 사람 대상의 연구와 실험실 연구 그리고 작업환경 연구에서 수행되었다.

현장연구

Kuzelova 등²⁶⁾은 아닐린 생산에 종사하는 12명의 근로자들을 대상으로 소변 중 파라-아미노페놀을 측정하였다. 아닐린 제조 공장을 재건축하여 가동이 시작되는 시점부터 3년간을 연구하였다. 연구기간동안 근로자들의 노출농도는 가끔 TLV-TWA인 8 mg/m^3 을 초과한 경우도 있었다(평균 노출은 5 mg/m^3 ; 최고농도는 13 mg/m^3).

근로자들의 근무형태는 일반적으로 하루 8시간이었지만 때로는 일상적이지 않은 근무도 수행하였다. 소변시료는 작업종료 후에 채취하였으며 소변 중 평균 파라-아미노페놀 농도는 겨울에는 88 mg/L 이고

여름에는 112 mg/L~155 mg/L이었다. 노출 종료 후 휴식기간에도 소변 중 파라-아미노페놀 농도는 0으로 줄어들지는 않았고 30 mg/L~60 mg/L 농도수준으로 유지되었다.

이러한 결과와, 동일 저자들이 지원자들을 대상으로 실시한 연구에서 소변 중 파라-아미노페놀이 느리게 제거된다는 경향($t_{1/2} = 10.5$ 시간)을 감안할 때 만성 노출인 경우, 체내 축적이 가능하다는 것을 의미하는 것이다. 3년 간의 연구기간 동안 아닐린 독성에 의한 증상은 발견하지 못하였다. 그러나 공장 재건축 전인 과거에는 소변 중 파라-아미노페놀 농도가 300 mg/L~500 mg/L이었으며 청색증, 두통, 현기증이 관찰되었다.

Simko와 Hassman²⁷⁾은 아닐린 염료를 사용하는 직물인쇄 사업장을 대상으로 작업장 내 아닐린 농도를 측정하였다. Piotrowski 측정법으로 77명 근로자의 소변 중 파라-아미노페놀 농도를 측정하였다.⁹⁾ 공기중 아닐린 노출농도는 0~14 mg/m³으로 변동이 심했으며 소변 중 파라-아미노페놀 농도는 50 mg/L 이하였다. 그러나 건조공정에 근무하는 근로자 6명 중 2명은 소변 중 파라-아미노페놀 농도가 50 mg/L를 초과하였으며 이공정의 단시간 노출농도는 20 mg/m³을 초과하였다.

소변 중 파라-아미노페놀의 최근 유용한 자료

통제된 실험연구들의 공기중 아닐린 농도와 소변 중 파라-아미노페놀 배설 농도의 관련성에 대한 결과들은 유용한 자료들이다. 또한 이러한 자료들은 약물동력학적 자료로도 충분히 활용 가능하다. 현장연구들은 아닐린 노출에 따른 소변 중 파라-아미노페놀 농도 수준에 대한 정보를 충분히 제공하고 있다.

소변 중 파라-아미노페놀의 권고사항

권고되고 있는 소변 중 파라-아미노페놀 농도 기준들은 30 mg/L~100 mg/L로 다양하다. 이러한 농도의 다양성은 분석방법의 차이와 소변 시료채취 시간 차이에 따른 것으로 보고되었다. Kuzelova 등²⁶⁾은 생물학적 지표로 소변 중 파라-아미노페놀 농도를 100 mg/L(작업 종료 후 소변 시료 채취)로 권고하였다. Dutkiewicz와 Piotrowski⁶⁾는 소변 중 파라-아미노페놀의 시간에 따른 농도를 1.5 mg/h로 권고하였다. 이러한 수준은 30 mg/L 농도에 해당한다. Piotrowski⁷⁾의 공식에 따르면 소변 중 파라-아미노페놀 농도가 57 mg/L이면 직업적 노출기준인 TLV-TWA 2 ppm에 해당한다.

ACGIH에서는 작업 종료 후 채취하여 소변 중 총 파라-아미노페놀을 분석하는 것이 1일 간 아닐린에 노출된 것을 통합한다고 권고하였다. 그리고 BEI는 소변 중 총 파라-아미노페놀 농도를 50 mg/L로 권고하였다. 그러나 시험방법은 비특이적이고 배경농도도 소변 중 파라-아미노페놀을 결정하는데 유의하게 영향을 준다.

따라서 BEI 권고수준을 초과하는 소변 중 파라-아미노페놀 농도를 해석할 때에 배경농도가 제외되지 않은 농도일 가능성도 있다. 아닐린은 피부흡수가 많기 때문에 생물학적 모니터링을 권고한다. 권고하고 있는 BEI는 국제 표준농도 단위(SI)로 0.46 mmol/L에 해당한다.

소변 중 파라-아미노페놀에 대한 다른 참고수준

유용한 자료가 없음

아닐린 노출에 대한 다른 지표들

혈액 중 메트헤모글로빈(methemoglobin) 측정은 아닐린 노출 모니터링의 예비실험(screening test)으로 권고하고 있다. 이 방법은 개인에 따른 분석치의 차이가 크며, 아닐린 노출에 대한 특이도가 없고 낮은 농도의 아닐린 노출에 대해서는 민감도가 떨어져 노출에 대한 정량적 지표가 될 수는 없다. ACGIH의 BEI 위원회에서는 직업적 아닐린 노출을 결정할 때 메트헤모글로빈 지표를 권고하지 않는다.

생물학적 노출지표의 역사적 고찰

연도	권고 내용	분석대상 (Determinant)	시료 채취시간	BEI	경고주석 (Notation)
1986	제안	• 소변 중 총 p-aminophenol	End of shift	50 mg/L	G
1987	제안	• 소변 중 총 p-aminophenol	End of shift	50 mg/L	Ns
1989	제안	• 소변 중 총 p-aminophenol	End of shift	50mg/g creatinine 1.5%	Ns
		• 혈액 중 메트헤모글로빈	End of shift		B, Ns
1991	설정	• 소변 중 총 p-aminophenol	End of shift	50 mg/g creatinine	Ns
		• 혈액 중 메트헤모글로빈	End of shift	1.5% of hemoglobin	B, Ns, Sq
1992	개정	• 소변 중 총 p-aminophenol	End of shift	50 mg/g creatinine	Ns
		• 혈액 중 메트헤모글로빈	During or end of shift	1.5% of hemoglobin	B, Ns, Sa
2003	제안	• 소변 중 아닐린(가수분해)	End of shift	—	Nq
		• 아닐린-헤모글로빈 부가체	End of shift	—	Nq
		• 소변 중 p-aminophenol (가수분해)	End of shift	50 mg/L	Ns, Sq, B
2004	설정	• 소변 중 아닐린(가수분해)	End of shift	—	Nq
		• 아닐린-헤모글로빈 부가체	End of shift	—	Nq
		• 소변 중 p-aminophenol (가수분해)	End of shift	50 mg/L	Ns, Sq, B

참고문헌

1. U.S. Environmental Protection Agency: Integrated Risk Information System (IRIS) on Aniline. U.S. EPA, National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Washington, DC; online at <http://www.epa.gov/iris/subst/0350.htm>, Agency Work Group review, 1990; screening-level review, 2002.
2. U.S. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Data on aniline and o-toluidine. In: National occupational exposure survey (NOES), 1981-1983. Unpublished provisional data as of 1/1/90. NIOSH, Cincinnati, OH (1983).
3. IARC International Agency for Research on Cancer: IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Vol. 27. IARC, Lyon, France (1982).
4. Baranowska-Dutkiewicz B: Skin absorption of aniline from aqueous solutions in man. *Toxicol Lett* 10:367-8 372 (1982).
5. Piotrowski J: Quantitative estimation of aniline absorption through the skin in man. *J Hyg Epidemiol Microbiol Immunol* 1:23-2 (1957).
6. Dutkiewicz T; Piotrowski J: experimental investigations on the quantitative estimation of aniline absorption in man. *Pure Appl Chem* 3:319-23 (1961).
7. Piotrowski J: Exposure tests for organic compounds in industrial toxicology, pp. 70-5. DHEW (NIOSH) Pub. No. 77-144. U.S. Government Printing Office, Washington DC (1977).
8. Iwersen-Bergmann S; Schmolt A: Acute intoxication with aniline: Detection of acetaminophen as aniline metabolite. *Int J Legal Med* 113:171-74 (2000).
9. Lewalter J; Korallus U: Blood protein conjugates and acetylation of aromatic amines. *Int Arch Occup Environ Health* 56:179-96 (1985).
26. Kuzelova M; Kunor V; Merhaut J: Continuous investigation of p-aminophenol in urine of workers dealing with aniline during 2 shifts including breaks. *Pracov Lek* 22:126-29 (1970).
27. Simko A; Hassman P: Para-aminophenol values in people exposed to the hazard of aniline. *Pracov Lek* 12:249-51 (1960).