

## 职业接触正己烷的生物限值

### 1 范围

本标准规定了职业接触正己烷的生物监测指标、生物限值及监测检验方法。  
本标准适用于职业接触正己烷劳动者的生物监测。

### 2 生物监测指标和接触限值

生物监测指标和接触限值见表 1。

表 1

生物监测指标	职业接触生物限值	采样时间
尿 2,5-己二酮	35.0 $\mu\text{mol/L}$ (4.0 mg/L)	工作班后

### 3 监测检验方法

本标准中的尿 2,5-己二酮的检验方法按附录 A 执行。

WS/T 243—2004

**附 录 A**  
(规范性附录)  
**尿 2,5-己二酮的测定**

**A.1 原理**

尿中的 2,5-己二酮在酸性条件下水解后,用乙醚萃取、FFAP 柱分离,气相色谱氢火焰离子化检测器测定,以保留时间定性,峰面积(或峰高)定量。

**A.2 仪器**

A.2.1 气相色谱仪:氢火焰离子化检测器。

A.2.2 具塞比色管:10 mL,5 mL。

A.2.3 水浴箱。

**A.3 试剂**

乙醚、盐酸(分析纯),FFAP 固定液:Chromosorbw AW DMCS(80~100 目),2,5-己二酮标准贮备液:于 10.0 mL 容量瓶中,加入 5 mL 蒸馏水,然后准确加入 0.016 0 mL 2,5-己二酮(20℃时,1 mL 2,5-己二酮质量 0.974 g),用蒸馏水稀释至刻度,此贮备液每毫升含 2,5-己二酮 1.56 mg。临用前准确吸取贮备液 0.64 mL 到 10 mL 的容量瓶中,加蒸馏水至刻度,摇匀(此液 1 mL 含 100 μg 的 2,5-己二酮),作为应用液。

**A.4 采样、运输和保存**

用干净的玻璃瓶采集班后尿 50 mL,测其比重后,加盐酸 0.25 mL,尽快送回实验室分析。此尿样于 4℃可保存 5 d,-8℃可保存 1 个月。

**A.5 分析步骤**

A.5.1 色谱条件:色谱柱为长 1.6 m、内径 4 mm 的玻璃柱,内装 FFAP:Chromosorbw AW DMCS=15:100,柱温 165℃,检测室温度 230℃,汽化室温度 230℃,载气(N<sub>2</sub>)50 mL/min。

A.5.2 样品处理:准确吸取 2.0 mL 尿样于具塞比色管中,加入 2 滴盐酸,摇匀,于 90℃~100℃水浴中恒温 40 min,取出放至室温后,加 2 mL 乙醚萃取,静置分层。若乙醚损失应补加至原体积 2 mL。

A.5.3 工作曲线的制备:采集未接触正己烷者的尿,用 2,5-己二酮贮备液分别配成 5.0、10.0、15.0、20.0、30.0 μg/mL 的标准系列,然后各取 2.0 mL,同样品处理。取各种浓度的萃取液分别进样 1 μL,作气相色谱分析。以 2,5-己二酮的含量对峰面积作图,绘制工作曲线。

A.5.4 样品测定:取已处理的样品乙醚液 1 μL 进样分析。

**A.6 计算**

根据测得的峰面积从工作曲线中查出含量(μg/mL),按式(A.1)计算尿中 2,5-己二酮的浓度:

$$c = m \times \frac{1.020 - 1.000}{\text{尿样比重} - 1.000} \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

$c$ ——尿中 2,5-己二酮的浓度,单位为毫克每升(mg/L);

$m$ ——由工作曲线上查出的 2,5-己二酮的含量,单位为微克每升(μg/mL);

1.020——标准比重。

2,5-己二酮换算系数为 1 mg/L=8.76 μmol/L。

**附录 B**  
**(资料性附录)**  
**正确使用本标准的说明**

**B.1 适用范围**

本标准适用于职业接触正己烷劳动者的生物监测,如印刷、电子器件清洗、粘胶、制鞋、家具、运动器材、干洗、正己烷萃取等行业的接触人员。不适用于非职业接触人群的生物监测。

**B.2 生物监测指标的选择**

尿 2,5-己二酮可反映正己烷进入机体组织、转入血液、存在于神经系统及脂肪组织中的动态平衡。由于尿 2,5-己二酮浓度与机体吸收正己烷的程度有关,是反映正己烷近期接触量的敏感指标,因此,尿 2,5-己二酮是职业接触正己烷的生物监测首选指标。

**B.3 监测结果的评价**

**B.3.1** 尿 2,5-己二酮测定既可用于群体评价,也可用于个体评价。

**B.3.2** 当尿 2,5-己二酮浓度超过生物限值时,表示劳动者有过量的正己烷接触。

**B.3.3** 将尿 2,5-己二酮浓度与工作场所空气中正己烷浓度测定结果结合起来,则可全面评价工作场所的劳动卫生条件和劳动者的接触状况。

**B.3.4** 尿 2,5-己二酮不能作为正己烷中毒的诊断指标。

**B.4 监测检验要求**

**B.4.1** 正己烷在体内的生物半减期短,因此,尿标本的采集必须严格按本标准规定的时间执行。

**B.4.2** 工作班后尿系指停止接触后 15 min~30 min 内的尿。

## 参 考 文 献

- [1] 陈嘉斌,陈利平. 正己烷中毒者尿中 2,5-己二酮水平的分析. 职业医学,1998,25(3):56
- [2] 林斯星,陈嘉斌,吴子俊,等. 一起严重的正己烷职业中毒事故报告. 中国工业医学杂志,1997,10(3):172-173
- [3] 任道风. 正己烷毒理学进展. 国外医学卫生学分册,1985,(4):211-214
- [4] 宋文佳译. 正己烷的神经毒性机制. 国外医学卫生学分册,1997,24(1):12-15
- [5] 夏元洵主编,化学物质毒性全书. 第一版. 上海:上海科学技术文献出版社,1991. 223-224
- [6] 叶能权,陈利平,童映芳. 气相色谱法测定尿中的 2,5-己二酮. 中华劳动卫生职业病杂志,1999,17(1):55-56
- [7] 于青. 正己烷毒理学进展. 国外医学卫生学分册,1991,7(2):71-74
- [8] 张永汉,周奇,黄俊超. 慢性正己烷中毒 9 例. 中华劳动卫生职业病杂志,1999,17(2):118
- [9] 郑倩玲,吴银娇,夏丽华. 职业性慢性正己烷中毒患者眼损害的初步观察. 中国职业医学,2000,27(4):29
- [10] 朱汝慧,姚玉莲. 急性正己烷中毒 6 例报告. 化工劳动保护,1990,11(1):12
- [11] Abbritti G, Ssiracussa A, Cianchetti C, et al. Shoe-makers polyneuropathy in Italy: the aetiological problem. Br J Ind Med,1976,33(2):92-93
- [12] Altenkirch H, Stoltenburg G, Wangner HM. Experimental studies on hydrocarbon neuropathies induced by methyl-ethyl-ketone. J Neurol,1978,219(3):159-162
- [13] Baker T s, Rickert D E. Dose-dependent uptake, distribution and elimination of inhaled n-hexane in the Fischer-344 rat. Toxicol Appl Pharmacol,1981,61(3):414-415
- [14] Barregard L, Sallsten G, Nordborg C, et al. Polyneuropathy possibly caused by 30 years of low exposure to n-hexane. Scand J work Environ Health,1991,17(3):205-207
- [15] Cordona A, Marhuenda D, Prieto MJ, et al. Behaviour of urinary 2,5-hexanedione in occupational co-exposure to n-hexane and acetone. Int Arch Occup Environ Health,1996,68(2):88-90
- [16] Dunnick JK. Toxicity studies of n-hexane in B6C3F<sub>1</sub> mice (inhalation studies), Washington, DC, US Department of Health Services, National Toxicology Program (Report No. NTPTS 1). 1989
- [17] Graham DG, Amarnath V, Valentine W m, et al. Pathogenetic studies of hexane and carbon disulfide neurotoxicity. Crit Rev Toxicol,1995,25(2):91-112
- [18] Grant WM. Toxicology of the eye, 3<sup>rd</sup>. Charles C Thomas, Springfield, IL, 1986;482-483
- [19] Iida M. Neurophysiological studies of n-hexane polyneuropathy in the sandal factory. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 36(suppl.):671
- [20] Khedun SM, Maharaj B, Naicker T. Hexane cardiotoxicity-an experimental study. Isr J Med Sci,1996,32(2):123-125
- [21] Mutti A, Cavatorta A, Lommi G, et al. Neurophysiological changes in workers exposed to organic solvents in a shoe factory. Scand. J. Work Environ. Health,1982a,8(suppl. 1):136-137
- [22] Mutti A, Falzoi M, Lucertini S, et al. n-Hexane metabolism in occupational exposed workers. Br J Ind Med,1984,41(4):533.
- [23] Ono Y, Takeuchi Y, Hisanaga N et al. Neurotoxicity of petroleum benzene compared with

- n-hexane. *Int Arch Occup Environ Health*, 1982, 50(3):219-223
- [24] Raitta C Seppalainen AN, Huuskonen MS. N-hexane maculopathy in industrial workers. *Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol*, 1978, 209(2):99-101
- [25] Sanagi S, Seki Y, Sugimoto K, et al. Peripheral nervous system functions of workers exposed to n-hexane at a low level. *Int Arch Occup Environ Health*, 1980, 47(1):69-70
- [26] Sax NI, Lewis RJ. *Hawley's Condensed Chemical Dictionary*. 7th ed. New York: Van Nostrand Company, NY, 1987:600.
- [27] Scelsi R, Poggi P, Fera L, et al. Industrial neuropathy due to n-hexane. Clinical and morphological findings in three cases. *Clin Toxicol*, 1981, 18(12):1387
- [28] Schaumburg H H, Spencer P S. Degeneration in central and peripheral nervous systems produced by pure n-hexane; an experimental study. *Brain*, 1973, 99:183
- [29] Sobue I, Yamamura Y. N-Hexane polyneuropathy. Outbreak among vinyl sandal manufacturers. *Rinsho Shinkei*, 1968, 8:393
- [30] Spencer P. Neuropathic potential of n-hexane in the presence of other hexane isomers, Washington, DC, American Petroleum Institute (API Medical Research Publication No. 30-30226). 1982
- [31] Takeuchi Y. N-hexane polyneuropathy in Japan: a review of n-hexane poisoning and its preventive measures. *Environ Res*, 1993, 62(1):76-78
- [32] Takeuchi Y, Ono Y, Hisanagn N et al. A comparative study on the neurotoxicity of n-pentane, n-hexane and n-heptane in the rat. *Br J Ind Med*, 1980, 37(3):241-244
- [33] Van Engelen JG, Rebel de Haan W, Opdam JJ, et al. Effects of co-exposure to methylethyl ketone (MEK) on n-hexane toxicokinetics in human volunteers. *Toxicol Appl Pharmacol*. 1997, 144(2):385-387
- [34] WHO. n-Hexane, Environmental Health Criteria 122, Geneva: WHO, 1991
- [35] Yokoyama K, Feldman RG, Sax DS. Relation of distribution of conduction velocities to nerve biopsy findings in n-hexane poisoning. *Muscle Nerve*, 1990, 13(4):314-315
- [36] Yuasa J, Kishi R, Eguchi T, et al. Investigation on neurotoxicity of occupational exposure to cyclohexane; a neurophysiological study. *Occup Environ Med*, 1996, 53(3):174-176
-