意义 ($P < 0.01$)。见表 2。

表 1 按工龄分层分析 DMF 对作业工人外周血细胞微核率及 DNA 断裂损伤的影响 ($\bar{x} \pm s$)

组别	工龄	人数	微核率 (%)	外周血细胞彗星全长细胞数 (个)		
				<20 μm	20~39 μm	$\geq 40 \mu\text{m}$
暴露组	≥ 5 年 ¹	30	2.62 $\pm$ 0.63 ^{▲▲}	801	70	29 [▲]
	<5 年 ²	55	1.35 $\pm$ 0.69	1541	75	34 [▲]
对照组	≥ 5 年	23	1.46 $\pm$ 0.72	643	32	15
	<5 年	52	1.13 $\pm$ 0.55	1492	48	20

注: 经 χ^2 检验, $\chi_1^2 = 8.31, P = 0.02; \chi_2^2 = 7.83, P = 0.02$; 与对照组比较, [▲] $P < 0.05$, ^{▲▲} $P < 0.01$ 。

表 2 按接触浓度分层分析 DMF 对作业工人外周血细胞微核率及 DNA 断裂损伤的影响 ($\bar{x} \pm s$)

组别	DMF 浓度 (mg/m^3)	人数	微核率 (%)	外周血细胞彗星全长细胞数 (个)		
				<20 μm	20~39 μm	$\geq 40 \mu\text{m}$
暴露组	1.6~19.5 ¹	56	1.74 $\pm$ 0.81 [▲]	1550	92	38 [▲]
	20.0~56.6 ²	29	1.91 $\pm$ 1.05 [▲]	792	54	24 [▲]
对照组	0	75	1.23 $\pm$ 0.62	2135	80	35

注: 细胞微核率 $F_1 = 16.36, P < 0.0001; F_2 = 16.54, P < 0.0001$ 。DNA 断裂 $\chi_1^2 = 11.40, P = 0.003; \chi_2^2 = 16.06, P = 0.003$ 。与对照组比较[▲] $P < 0.01$ 。

3 讨论

本研究采用微核试验和彗星试验进一步研究 DMF 对人类

外周血淋巴细胞遗传物质的损伤, 两组人群的年龄、工龄、性别、吸烟等因素均衡可比。结果显示, 作业组的外周血淋巴细胞微核和 DNA 断裂发生率较对照组显著升高, 且与接触工龄和暴露浓度存在一定的剂量-效应关系, 表明职业接触 DMF 可致遗传物质损伤。DMF 在体内经细胞色素 P450E1 催化代谢发生氧化作用, 生成一活性中间产物异氰酸甲酯 (MIC), 其具有亲电活性, 可以与蛋白质、DNA、RNA 等细胞大分子的亲核中心共价结合, 造成机体肝肾功能损伤、姊妹染色体和 DNA 的改变^[2,3]。因此, DMF 暴露可使工人外周血淋巴细胞微核和 DNA 损伤的危险性明显增加, 其中 DNA 断裂可望成为 DMF 接触人群的早期效应标志物。

本次研究虽注意了质量控制, 但由于样本量过少, 且只在调查期间测定车间空气中 DMF 的浓度, 其动态变化情况并未掌握, 这给结论的外推带来一定的局限性。

参考文献:

- [1] 金丽萍, 丁云龙, 韩承宏, 等. 职业性慢性重度二甲基酰胺中毒性肝病一例的教训 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30 (1): 70-71.
- [2] 陈砚滕. 二甲基酰胺诱发的人类外周血细胞 DNA 断裂损伤 [J]. 中国卫生检验杂志, 2004, 14 (2): 167.
- [3] 刘祥铨, 郑能雄, 张忠, 等. 二甲基酰胺对青年女工外周血淋巴细胞的遗传毒性 [J]. 中国工业医学杂志, 2012, 25 (2): 137.

焦炉工尿 1-羟基芘水平及脱离职业暴露后浓度变化分析

Analysis on urinary 1-hydroxypyrene level of coke oven workers and its changes after leaving occupational exposure

李刚¹, 漆骏¹, 徐丹先¹, 刘阳¹, 何越峰², 邢漪¹

(1. 云南省疾病预防控制中心, 云南 昆明 650022; 2. 昆明医科大学公共卫生学院, 云南 昆明 650042)

摘要: 以某焦化厂焦炉车间 153 名生产工人和无职业性多环芳烃接触者 50 人为研究对象。记录其离开工作岗位的时间, 收集晨尿。用高效液相色谱法测定尿中 1-羟基芘水平。采用方差分析和协方差分析的统计学方法研究不同焦炉位置作业及脱离职业暴露后不同时间对尿 1-羟基芘水平的影响。焦炉工尿 1-羟基芘水平呈现炉顶 > 炉侧 > 炉底 > 对照趋势; 脱离职业暴露后, 焦炉工尿 1-羟基芘水平呈 8 h 以内组 > 8~16 h 组 > 16 h 以上组趋势。说明焦炉的作业位置以及脱离职业暴露后的时间均可影响焦炉工尿 1-羟基芘水平。

关键词: 焦炉工; 尿 1-羟基芘; 脱离职业暴露时间

中图分类号: R136 文献标识码: B

文章编号: 1002-221X(2014)06-0446-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2014.06.022

焦炉工的多环芳烃职业暴露是其尿 1-羟基芘 (1-OHP)

的主要来源, 通过尿 1-羟基芘的含量可以评价焦炉工的多环芳烃类物质总的接触水平。但环境因素如吸烟和个体代谢水平 (代谢酶多态性) 等因素同时可以影响尿 1-羟基芘水平。另外, 由于多环芳烃在体内的代谢是一个动态过程, 在脱离职业暴露后不同时间对焦炉工进行尿样采集分析, 得到的结果可能并不一致。本研究对不同作业岗位焦炉工人脱离暴露后不同时间的尿 1-羟基芘水平进行探讨。

1 对象与方法

1.1 对象

选取某焦化厂工人 203 人进行研究, 其中炼焦车间 153 人, 该厂其他车间无职业性多环芳烃类接触者 50 人, 所有研究对象均为男性。将炼焦车间 153 名焦炉工分为炉顶工、炉侧工和炉底工 3 个外暴露等级, 炉顶工包括导烟车司机、上升管工, 炉侧工包括出推焦车司机、拦焦车司机和装煤车司机, 炉底工包括皮带工、调火工、维修工以及部分行政管理人员。

使用职业健康调查表收集个人基本信息及职业史、吸烟史等信息, 用 50 ml 一次性聚乙烯管收集空腹晨尿, 记录收集尿液时工人离开工作岗位时间。采集后均在 -70℃ 保存, 用

收稿日期: 2013-11-25; 修回日期: 2014-01-20
 基金项目: 云南省科技厅资助项目 (编号: 2009CD127, 云南省应用基础研究项目)
 作者简介: 李刚 (1967—), 男, 副主任医师。
 通讯作者: 漆骏, E-mail: qijunkm@gmail.com。

于尿 1-羟基芘及尿肌酐检测。

1.2 尿 1-羟基芘浓度及尿肌酐测定

采用李晓华等^[1]建立的碱水解-高效液相色谱法测定尿中 1-羟基芘含量,选用吡啶作为内标,运用内标标准曲线法进行定量。测定过程中,每日样品使用 1 条标准曲线及 5 和 15 μg/L 两个质控样品进行质量控制(每日分析样品 20~30 个)。尿中肌酐分析使用饱和苦味酸法进行测定^[2],以尿肌酐含量校正尿 1-羟基芘水平,修正不同个体间尿液浓缩的影响。

1-羟基芘水平低于检出限的样品,使用检出限/ $\sqrt{2}$ 代替。

1.3 统计分析

由于测定结果为偏态分布,所有 1-羟基芘数据均经对数转换后进行分析,浓度以几何均数 ± 标准差表示,单位为 μmol/mol Cr。运用方差分析的方法探讨不同焦炉位置和脱离职业暴露后不同时间组间尿 1-羟基芘水平的影响,运用协方差分析的方法控制吸烟因素的影响。

2 结果

2.1 基本情况

炼焦车间中炉顶作业人员 27 人,平均年龄(24.85 ± 2.57)岁,平均接焦工龄(3.89 ± 5.40)年,有吸烟史 18 人(占 66.7%)。炉侧作业人员 80 人,平均年龄(23.88 ± 4.49)岁,平均接焦工龄(4.63 ± 6.05)年,有吸烟史 46 人(占 58.5%)。炉底作业人员 46 人,平均年龄(25.53 ± 7.16)岁,平均接焦工龄(4.25 ± 5.19)年,有吸烟史 35 人(占 76.1%)。对照 50 人,平均年龄(26.16 ± 7.51)岁,平均接焦工龄(6.59 ± 4.89)年,有吸烟史 37 人(占 74.0%)。

2.2 不同分组及工种作业人员尿 1-羟基芘水平比较

方差分析发现,各组尿 1-羟基芘水平差异有统计学意义($P < 0.001$),两两比较后发现,各组间尿 1-羟基芘水平均存在差异($P < 0.05$),且呈炉顶工 > 炉侧工 > 炉底工 > 对照组的趋势。相同焦炉作业区内不同工种的工人尿 1-羟基芘含量不同,但差异无统计学意义;而炉侧和炉底部分工种的工人尿 1-羟基芘含量存在交叉现象,炉侧推焦工种工人尿 1-羟基芘水平低于炉底调火、维修、皮带工种工人。见表 1。

表 1 不同工种工人尿 1-羟基芘含量比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	工种	例数	尿 1-羟基芘含量 (μmol/molCr)
对照		50	0.715 ± 0.153
炉底	管理人员	9	1.014 ± 0.265
	皮带工	14	2.327 ± 0.387
	维修工	15	2.737 ± 0.324
	调火工	8	3.250 ± 0.404
炉侧	推焦车司机	24	1.808 ± 0.453
	装煤车司机	39	3.795 ± 0.267
	拦焦车司机	17	4.189 ± 0.216
炉顶	上升管工	13	6.123 ± 0.317
	导烟车司机	14	6.245 ± 0.440

2.3 脱离职业暴露后焦炉工尿 1-羟基芘水平变化

通过脱离暴露后不同时间尿 1-羟基芘水平比较发现,脱离职业暴露不同时间暴露组间工人 1-羟基芘水平差别有统计学意义($P < 0.05$),且呈 8 h 以内组 > 8~16 h 组 > 16 h 以上

组分布,见表 2。

表 2 脱离暴露接触后不同时间工人尿 1-羟基芘水平

组别	脱离职业暴露时间			合计	F 值	P 值
	<8 h	8~16 h	>16 h			
对照组	0.797 ± 0.218 (n=10)	0.699 ± 0.491 (n=13)	0.649 ± 0.326 (n=21)	0.696 ± 0.365 (n=44)	1.067	0.353
暴露组	4.249 ± 0.085 (n=96)	3.685 ± 0.221 (n=20)	2.264 ± 0.130 (n=37)	3.581 ± 0.878 (n=153)	7.459	0.001

2.4 影响尿 1-羟基芘水平因素分析

以尿 1-羟基芘浓度水平为因变量,将焦炉位置和脱离暴露后时间作为自变量,以是否吸烟作为协变量控制吸烟因素的混杂,进行协方差分析。发现焦炉位置和脱离职业暴露时间与尿 1-羟基芘浓度水平分别呈正相关和负相关($P < 0.05$),见表 3。焦炉位置越高,尿 1-羟基芘水平越高;脱离职业暴露后时间越长,尿 1-羟基芘水平越低。

表 3 尿 1-羟基芘浓度协方差分析

因素	β 值	SE	95% CI	P 值
焦炉位置	0.649	0.0594	0.533 ~ 0.766	0.000
脱离职业暴露后时间	-0.213	0.0646	-0.340 ~ -0.087	0.001

3 讨论

焦炉工作业过程中暴露于含有苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(b)蒽等多环芳烃(PAHs)焦炉逸散物中,虽然 PAHs 包含的化合物种类复杂,但是通过机体代谢转化,最终在尿中形成以 1-羟基芘为主的代谢产物,尿 1-羟基芘已被公认为评价多环芳烃接触的内暴露生物标志物,与 PAHs 接触有很好的剂量-反应关系^[3,4]。

按照焦炉作业的不同位置,本研究将焦炉工分为炉顶、炉侧和炉底三组人群进行分析。发现焦炉工尿 1-羟基芘浓度水平呈炉顶工 > 炉侧工 > 炉底工 > 对照组的趋势,且尿 1-羟基芘浓度与焦炉工作业位置呈正相关($r = 0.694, P < 0.01$),同一作业区不同工种的工人尿中 1-羟基芘含量不同,而不同作业区不同工种的工人尿中 1-羟基芘含量存在交叉现象,与其他研究结果一致^[5]。说明尿 1-羟基芘水平与工人作业位置、工种、个体代谢水平等因素有关。

Brzezniacki 对少量自愿者进行的研究认为^[6],1-羟基芘在人体内代谢的半衰期为 9.8 h (95% CI 7.9~11.7 h)。本研究按照工厂岗位作业时间的特点,以 8 h 为时间单位分为三个不同时间组。对照组由于没有职业多环芳烃类物质暴露,仅存在吸烟及饮食等环境低水平的多环芳烃暴露,而且本次采集为晨尿,经过一整夜的脱离环境暴露及代谢之后,环境暴露的多环芳烃类物质在体内经进一步的代谢,故对照组在脱离职业暴露后不同时间之间尿 1-羟基芘水平无差异。而对存在多环芳烃类物质职业暴露的焦炉工的分析发现,随着脱离职业暴露时间的推移,尿 1-羟基芘水平逐步下降,尿 1-羟基芘水平与脱离职业暴露后时间呈负相关($r = -0.213, P < 0.05$)。

由于职业暴露是焦炉工多环芳烃类物质接触的主要来源,所以在分析尿 1-羟基芘浓度反映焦炉工多环芳烃类物质暴露水平时,焦炉工脱离职业暴露的时间必须作为一个重要因素

进行考虑。在以往研究中有些是采集工人晨尿，有些研究则是采集班后尿进行分析，两种采集尿液的方法各有利弊。采集班后尿可以避免因用工制度差异导致的尿 1-羟基芘水平的混杂，避免企业用工时间存在的影响。采集晨尿不仅可以对不同脱离职业暴露时间各组人群进行深入分析，而且由于经过一夜脱离环境暴露的时间，晨尿的分析可以减轻环境暴露因素如吸烟等对尿 1-羟基芘水平的混杂影响。

参考文献:

[1] 李晓华, 冷曙光, 郭君, 等. 改良的高效液相色谱法测定尿中 1-羟基芘 [J]. 卫生研究, 2003, 32 (6): 616-617.
[2] WS/T97—1996, 尿中肌酐分光光度测定方法 [S].

[3] 胡正兴, 成志, 高华北. 焦炉厂工人癌症流行病学调查 [J]. 中国热带医学, 2007, 7 (12): 2346-2347.
[4] Ping B, Shuguang L, Juan C, et al. Association of aryl hydrocarbon receptor gene polymorphisms and urinary 1-hydroxypyrene in polycyclic aromatic hydrocarbon-exposed workers [J]. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2008, 17 (7): 1702-1707.
[5] 王茜, 杨丽清. 焦炉工多环芳烃暴露与尿中 1-羟基芘含量的关系 [J]. 现代预防医学, 2009, 36 (21): 4027-4029.
[6] Brzezniacki S, Jakubowski M, Czernski B. Elimination of 1-hydroxypyrene after human volunteer exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons [J]. Int Arch Occup Environ Health, 1997, 70 (4): 257-260.

某 LED 芯片及外延片制造企业职业健康监护分析

Analysis on status of occupational health surveillance in a certain LED chip and epitaxial wafer production enterprise

李小琴, 程金霞, 蔡翔, 毛一扬

(扬州市疾病预防控制中心, 江苏 扬州 225001)

摘要: 使用流行病学描述性研究方法对某 LED 企业 2013 年度的职业危害因素检测和工人健康监护结果进行统计和分析。该企业接触有毒有害工人受监护率为 90.9%, 筛查出重点监护对象 3 人, 职业禁忌证 3 人。LED 制造企业接触职业危害因素较多, 企业应当积极改善工作场所的环境, 完善工人的职业健康监护工作, 加强对心血管疾病等慢性病的防治。

关键词: 职业健康监护; 职业危害因素; LED 制造行业

中图分类号: R135 文献标识码: B

文章编号: 1002-221X(2014)06-0448-02

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2014.06.023

对扬州开发区某半导体照明(LED)制造企业开展了职业健康检查。现将 2013 年职业健康体检结果汇总分析, 为更好地开展企业的职业病防治以及健康促进提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象

对扬州开发区某 LED 制造企业作业现场 173 个职业危害因素检测点进行检测; 并对 461 名有害作业工人进行职业健康检查。其中男 346 人、女 115 人, 年龄 16~42 岁, 工龄 1~3 年。

1.2 方法

根据《职业健康监护管理办法》和《职业病诊断与鉴定管理办法》, 于 2013 年对该企业进行健康监护体检和诊断。根据《工作场所空气中有害物质检测的采样规范》(GBZ159—2004)、《工作场所物理因素测量 第 8 部分: 噪声》(GBZ/T189.8—2007)、《工业企业设计卫生标准》(GBZ1—2010)、《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2—2007)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)、

《X 射线衍射仪和荧光分析仪卫生防护标准》(GBZ115—2002) 等检测规范对职业危害因素进行检测与评价。

统计学分析采用描述性流行病学研究方法。

2 结果

2.1 职业危害因素检测

该 LED 制造企业存在的职业危害因素包括生产性毒物、物理因素以及劳动过程与生产环境中存在的职业危害因素 3 大类。其中, 毒物主要为刺激性气体(氨气、氯气)、有机溶剂(丙酮、异丙醇)、强酸(氢氟酸、硫酸、盐酸、硝酸); 物理因素主要有噪声、X 射线。结果显示该企业毒物、噪声、电离辐射检测结果均符合国家标准要求。

2.2 职业健康监护体检情况

本次职业健康检查按照工人接触的职业病危害因素的不同进行了检查项目的选择, 结果见表 1。

表 1 2013 年某 LED 制造企业 461 名有害作业工人体检情况

危害因素或作业	检查项目	应检人次	实检人次	受检率 (%)	职业禁忌证人数
有机溶剂	基本项目、肺功能、腹部 B 超、血糖	210	185	88.1	0
酸、碱	基本项目、腹部 B 超、肺功能、肾功能	131	115	87.8	0
刺激性气味	基本项目、肺功能	94	81	86.2	0
噪声	基本项目、电测听	300	261	87.0	2
X 射线	基本项目、皮肤科、外科、腹部 B 超、染色体、眼晶体、肾功能、血糖	21	21	100.0	0
视频作业	基本项目、外科、视力、眼晶体、颈椎正侧 X 线摄片、腹部 B 超、肺功能、肾功能	136	134	98.5	1
合计		892	797	89.3	3

注: 基本项目包括问诊、血压、内科、五官科、血常规、尿常规、心电图、肝功、X 线胸透。

收稿日期: 2013-11-05; 修回日期: 2014-01-25

作者简介: 李小琴(1982—), 女, 硕士, 主管医师, 主要从事职业卫生与健康监护工作。