

2010—2012 年江苏某市铬接触作业环境铬浓度与工人鼻检查异常调查

李娜^{1,2}, 肖卫¹, 邹玉华¹, 孙震¹, 严志宏¹

摘要: [目的] 了解江苏省张家港市镀铬企业生产环境状况和铬接触作业工人鼻黏膜损伤情况, 提出监督管理措施。[方法] 通过抽样调查和对调查对象的工作场所空气中铬浓度检测、作业人员职业健康检查, 比较、分析接触条件下的损害有无剂量-效应关系。[结果] 在车间环境铬检测浓度符合国家职业卫生标准, 甚至低于检测限(0.01 mg/m³)的情况下, 仍然有部分镀铬操作工人发生鼻部病变, 鼻检查异常率为 13.11%。[结论] 现有铬及其化合物的采样、检测、评价标准已经不能完全匹配当前保护操作工人的健康需求, 有必要对现有标准进行探讨研究。

关键词: 铬; 电镀; 作业工人; 鼻检查异常; 调查分析

Chromium Concentrations at Workplaces and Abnormal Nasal Findings in Workers Exposed to Chromium in a City of Jiangsu Province, 2010–2012 LI Na^{1,2}, XIAO Wei¹, ZOU Yu-hua¹, SUN Zhen¹, YAN Zhi-hong¹ (1.School of Public Health, Soochow University, Jiangsu 215123, China; 2.Zhangjiagang Center for Disease Control and Prevention, Jiangsu 215600, China). Address correspondence to XIAO Wei, E-mail: 2392407566@qq.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To evaluate the working environment and the prevalence of nasal mucosa injuries among workers in chromium manufacturers of Zhangjiagang City in Jiangsu Province with an attempt to put forward suggestions for environmental supervision and management. [Methods] A sampling survey was conducted on the chromium concentrations in workplace air samples and the occupational health status of workers to determine whether there was a dose-effect relationship between chromium exposure level and workers' impaired health. [Results] The chromium concentrations in workplace air samples met the requirement of relevant national limits for occupational health and were even less than the detection limits (0.01 mg/m³) of applied apparatus. However, abnormal nasal findings were detected in 13.11% of the workers who were engaged in chromium plating, indicating nasal lesions. [Conclusion] Current standards regarding the sampling, detection, and assessment of chromium and its compounds are inadequate to protect workers' health, so it is necessary to discuss the possibility of revising the current standards.

Key Words: chromium; plating; occupational worker; abnormal nasal finding; investigation and analysis

铬是 1797 年时由法国的 Vauquelin 所发现, 通常以三价和六价的稳定形态存在于自然界中^[1]。工业接触的多为高毒性的六价铬, 常见的有铬酸酐、铬酸盐、重铬酸钾等^[2], 主要用于制造工业。据统计, 全球大约有 100 万工人在作业环境中接触含铬化合物^[3]。早在 1902 年, Legge 就报道在镀铬工厂的工人中存在鼻中隔溃疡和穿孔^[4]。多年工作经历提示, 镀铬企业中工人的鼻黏膜损伤情况与现场环境铬浓度检测结果不符。为了进一步了解镀铬企业现场环境状况与工人身体健康状况之间的关系, 本研究拟分别对张家港市 6 家镀铬企业进行镀铬车间环境检测和接触工人健康监护, 并对连续 3 年收集的资料进行分析。

1 对象与方法

1.1 对象

张家港市 6 家镀铬生产企业生产环境及接铬作业工人。

1.2 方法

对 6 家镀铬企业, 连续 3 年(2010—2012 年)进行车间环境检测及工人健康监护, 收集数据并进行分析。

1.2.1 车间环境检测 铬采样依据 GBZ 159—2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》, 在工作高峰期进行定点空气采样, 采样点设在工人当班时作业点的呼吸带高度。铬采样仪器为 BFC-35E 型尘毒采样器, 用冲击式吸收管内装 10.0 mL 去离子水采样, 采样时间 15 min, 采样流量 3.0 L/min, 每点间断采集 2~3 个样品。按照 GBZ/T 160.7—2004《工作场所空气中铬及其化合物的测定方法》进行样品铬检测。本检测采用二苯碳酰二肼分光光度法, 该方法检出限为 0.01 mg/m³。铬评价依据 GBZ 2.1—2007《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学有害因素》进行, 即按三氧化铬、铬酸盐、重铬酸盐(按 Cr 计)时间加权平均容许浓度(PC-TWA)为 0.05 mg/m³, 超限倍数进行判定。

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2014.0207

[作者简介] 李娜(1982—), 女, 学士, 主管医师; 研究方向: 职业卫生;

E-mail: dinglingxiang@126.com

[通信作者] 肖卫, E-mail: 2392407566@qq.com

[作者单位] 1. 苏州大学公共卫生学院, 江苏 215123; 2. 张家港市疾病预防控制中心, 江苏 215600

1.2.2 工人健康监护 对受检车间(相对应作业点)的操作工人实施职业健康监护,体检项目依据 GBZ 188—2007《职业健康监护技术规范》的要求确定,包括:血压、内科、神经系统、鼻科检查、心电图、胸部 X 线摄片、肝功能、肾功能、血常规、尿常规、皮肤黏膜等项目,其中鼻科检查是接触铬及其化合物的特征检查。职业禁忌症、疑似职业病也依据 GBZ 188—2007《职业健康监护技术规范》判定。

1.3 统计学分析

数据全部输入 Excel 进行分类分组计算处理^[5],应用 SPSS 13.0 软件系统建立数据库。

2 结果

2.1 车间环境检测结果

2010—2012 年度 6 家镀铬企业的车间环境检测报告结果显示,2010、2011 年度所有受检企业车间空气中铬浓度均 $<0.01\text{mg}/\text{m}^3$,小于检测方法检出限;2012 年度有 2 家企业 5 个样品的铬浓度超过检出限,检测浓度分别是 0.024、0.022、0.020、0.017、0.014 mg/m^3 。不同年份检测结果见表 1。

表 1 不同年份车间环境铬浓度检测结果

年份	企业数	样品数	浓度范围 (mg/m^3)	超标数	超过检出限 企业数	超过检出限 样品数
2010	6	24	<0.01	0	0	0
2011	6	23	<0.01	0	0	0
2012	6	27	$<0.01\sim 0.024$	0	2	5

2.2 健康监护检查结果

GBZ 12—2002《职业性铬鼻病诊断标准》中明确指出,铬酐、铬酸、铬酸盐及重铬酸盐等六价铬化合物在电镀作业中接触广泛,如防护不当,作业者可发生以鼻中隔黏膜糜烂、溃疡、软骨部穿孔等为主的铬鼻病。因此,鼻科检查为铬作业工人健康监护的必检项目。根据 2010—2012 年度 6 家镀铬企业的镀铬工人健康监护资料,不同年份体检结果见表 2。

表 2 不同年份镀铬工人鼻科检查结果

年份	企业数	在岗、离岗 体检人次	在岗、离岗工 人体检率(%)	鼻科检查 异常人次	异常人员平均 工龄(年)	异常率 (%)
2010	6	78	76.5	16	2.4	20.5
2011	6	79	87.8	5	1.0	6.3
2012	6	49	56.3*	6	9.0	12.2
合计	18	206	73.8	27	3.6	13.1

[注]*:可能是由于部分电镀企业专项整治,生产规模减小,接铬作业工人减少,而上报管理部门的应体检人数却没有及时更新,导致 2012 年在岗、离岗工人人体检率相对较低。

在岗、离岗镀铬工人鼻科检查结果与工龄分布情况见表 3。进行卡方检验,得 $\chi^2=0.845$, $P>0.25$,说明 ≤ 5 年和 >5 年镀铬工龄的鼻部损害发生的差异无统计学意义。

表 3 镀铬工人鼻科检查结果与工龄(以 5 年为界)的分布情况

工龄(年)	鼻科检查人次	鼻科检查异常人次	异常率(%)
≤ 5	153	22	14.38
> 5	53	5	9.43
合计	206	27	13.11

3 讨论

镀铬企业多为小型私营企业,机械化程度不高,以手工操作居多,部分采用半机械化操作。现场调查发现,工人的作业环境不理想,排风设施不完备或无法正常运行,车间内刺激性气味较浓,车间地面布满黄色液体。但检测结果表明,2010—2012 年度所有检测企业铬浓度结果均符合 GBZ 2.1—2007 的要求,且 3 年中仅 2 家企业检测结果超过 GBZ/T 160.7—2004 中所规定的检出限($0.01\text{mg}/\text{m}^3$),因此,根据 GBZ 159—2004 及 GBZ/T 160.7—2004 采样检测获得的铬浓度不能反映整个工作时间铬浓度情况。

采样方式上,本研究采用 10.0 mL 去离子水采样,采样时间 15 min,采样流量 3.0 L/min。为了提高检测结果的准确性,可以通过延长采样时间或增大采样流量来实现。检测方法上,GBZ/T 160.7—2004 中有关铬及其化合物的测定方法有两种,一是火焰原子吸收光谱法,二是二苯碳酰二肼分光光度法。后者灵敏度较高,选择性较好,目前被环境检测部门广泛采用^[6],本研究所采用的也为此方法。但是,对于二苯碳酰二肼分光光度法测定水中六价铬,很多学者都进行了改进。尤铁学等^[7]在测定过程中将显色液由原来的硫酸和磷酸混酸改成仅为磷酸,使得方法的灵敏度明显提高,而且降低了检出限,为 $0.004\mu\text{g}/\text{mL}$ 。王琪等^[8]将配制的硫酸和磷酸混酸显色液一次加入,既简化操作步骤,又提高了试剂的稳定性。可见该方法仍有待改进与完善。除了二苯碳酰二肼分光光度法,测定铬还可以采取石墨炉分光光度法、电感耦合等离子体质谱法等进行。

随着经济的发展和民众对环境的重视,各级政府下令对化工企业进行专项整治,尤其是小型化工企业,要求对其关停并转。镀铬企业多为小型化工企业,重污染、高能耗、低安全,因而也是当地亟待整改的重点企业。

铬对人体多部位均有影响,生物医学研究表明,六价铬毒性很大,可以干扰众多重要酶的活性,损伤肝脏和肾脏,而且六价铬具有氧化性和对皮肤的高渗透性,被确认为致癌物^[9]。3 年体检结果显示,鼻科检查异常的种类很多,有慢性鼻炎、鼻甲肥大等,不宜从事铬作业;有鼻中隔黏膜充血或糜烂,鼻中隔黏膜溃疡,附干痂,建议暂时调离铬作业岗位,并对症治疗,必要时申请职业病诊断;严重的也有鼻中隔穿孔,建议调离铬作业,对症治疗,申请职业病诊断,必要时需采用手术治疗。鼻科检查异常以鼻黏膜及鼻中隔黏膜处多见,这可能和鼻中隔前方黏膜较薄,血管较少有关,黏膜常发生上皮化生,呈现小血管扩张和表皮脱落,气流常在此发生流向改变,故铬尘易在此沉积。鼻受刺激不适应时,污染的手指挖鼻亦使此处黏膜接触大量的铬而易受刺激和损伤^[10-11]。

表 3 对鼻科检查结果与镀铬作业工龄的关系进行了分析,卡方检验得 $P>0.25$,说明鼻科检查结果与工龄无统计学联系,与相关文献的调查结果相一致^[4,12],这可能是由于铬所致鼻部变化,不是毒物蓄积的结果,而是毒物的腐蚀作用所致^[12]。

综合分析镀铬企业车间环境检测结果及工人健康监护结果,不难发现,即使在车间环境中铬检测浓度符合国家工作场所有害因素职业接触限值,甚至在低于检测限的情况下,仍然有部分接触铬的操作工人发生鼻部病变。现场调查时也发现,

作业工人没有佩戴呼吸系统防护用品,或仅佩戴简单的纱布口罩,工人个人防护意识不高。可见,现有铬及其化合物的采样、检测、评价标准已经不能完全匹配和满足当前保护铬作业工人健康的需要。为更大程度地保护车间里一线工人的身体健康,有必要对现有标准进行探究,以获取更有效的采样、检测技术,以及更合理的接触限值。当前,除了提高铬及其化合物的检测能力外,企业也应本着合理、可行、尽量低的原则,采取有力措施尽可能降低环境中铬的浓度;在此基础上,还应提高作业工人的自我防护意识和做好个人防护措施,定期进行职业健康检查,做到早发现、早诊断、早治疗。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 赵翔. 作业场所铬暴露劳动者尿铬排除情形探讨[J]. 现代预防医学, 2007, 34(3): 504-508.
- [2] 金泰虞. 职业卫生与职业医学[M]. 6版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 94.
- [3] 张旭慧, 张轩, 杨章萍, 等. 25 家电镀企业中铬污染现状和作业者接触情况[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30(8): 584-586.
- [4] 陈立新. 二家电镀厂作业工人鼻中隔损害调查[D]. 杭州: 浙江大

学医学院, 2010.

- [5] 方积乾. 卫生统计学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 108-126.
- [6] 何家洪, 高志强, 蒋欢, 等. 分光光度法测定铬(VI)的研究进展[J]. 冶金分析, 2008, 28(8): 52-59.
- [7] 尤铁学, 王楠. 二苯碳酰二肼分光光度法测定水中铬(VI)的改进[J]. 冶金分析, 2006, 26(6): 84-85.
- [8] 王琪, 晋丽丽. 二苯碳酰二肼光度法测定水中六价铬方法的改进[J]. 化工环保, 2004, 24(z1): 389-390.
- [9] 林韶玉, 高文华, 刘晓暄, 等. 吡咯红 Y-过氧化氢-铬(VI)体系催化荧光法测定痕量铬(VI)[J]. 光谱学与光谱分析, 2007, 27(1): 113-115.
- [10] 刘素香. 低浓度铬对作业工人鼻部损害的调查[J]. 职业卫生与应急救援, 2004, 22(3): 151.
- [11] 周珍, 王卫, 孟敏华, 等. 职业性鼻铬病 37 例临床分析[J]. 临床耳鼻喉头颈外科杂志, 2010, 24(8): 373.
- [12] 傅红, 袁伟明, 陈立新, 等. 某市电镀行业铬作业工人鼻部损害的调查[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2009, 27(3): 154-155.

(收稿日期: 2014-01-14)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 何蓉; 校对: 葛宏妍)

(上接第 854 页)

- synthesis-dependent strand annealing[J]. Nucleic Acids Res, 2014, 42(4): 2380-2390.
- [2] CHEN X, ZHAO Y, LI G M, et al. Proteomic analysis of mismatch repair-mediated alkylating agent-induced DNA damage response[J]. Cell Biosci, 2013, 3(1): 37.
- [3] ASSIS J, PEREIRA D, MEDEIROS R. Ovarian cancer and DNA repair: DNA ligase IV as a potential key[J]. World J Clin Oncol, 2013, 4(1): 14-24.
- [4] BERWICK M, VINEIS P. Markers of DNA repair and susceptibility to cancer in humans: an epidemiologic review[J]. J Natl Cancer Inst, 2000, 92(11): 874-897.
- [5] CLOOS J, NIEUWENHUIS E J, BOOMSMA D I, et al. Inherited susceptibility to bleomycin-induced chromatid breaks in cultured peripheral blood lymphocytes[J]. J Natl Cancer Inst, 1999, 91(13): 1125-1130.
- [6] LIM S T, JUE C K, MOORE C W, et al. Oxidative cell wall damage mediated by bleomycin-Fe(II) in *Saccharomyces cerevisiae*[J]. J Bacteriol, 1995, 177(12): 3534-3539.
- [7] ROSE J L, REEVES K C, LIKHOTVORIK R I, et al. Base excision repair proteins are required for integrin-mediated suppression of

bleomycin-induced DNA breakage in murine lung endothelial cells[J]. J Pharmacol Exp Ther, 2007, 321(1): 318-326.

- [8] OKUDELA K, ITO T, MITSUI H, et al. The role of p53 in bleomycin-induced DNA damage in the lung. A comparative study with the small intestine[J]. Am J Pathol, 1999, 155(4): 1341-1351.
- [9] HARRISON L, HATAHET Z, PURMAL A A, et al. Multiply damaged sites in DNA: interactions with *Escherichia coli* endonucleases III and VIII[J]. Nucleic Acids Res., 1998, 26(4): 932-941.
- [10] HAWKINS A J, GOLDING S E, KHALIL A, et al. DNA double-strand break-induced pro-survival signaling[J]. Radiother Oncol, 2011, 101(1): 13-17.
- [11] FLORESCU A, FERRENCE R, EINARSON T, et al. Methods for quantification of exposure to cigarette smoking and environmental tobacco smoke: focus on developmental toxicology[J]. Ther Drug Monit, 2009, 31(1): 14-30.
- [12] SORSA M, AUTIO K, DEMOPOULOS N A. Human cytogenetic biomonitoring of occupational exposure to 1, 3-butadiene[J]. Mutat Res, 1994, 309(2): 321-326.

(收稿日期: 2014-06-03)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 徐新春)