

# 儿科医护人员汞污染认知调查和职业汞暴露评价

杨彦<sup>1</sup>,熊吴燕<sup>1</sup>,李平<sup>2,\*</sup>,杜布云<sup>2</sup>,冯新斌<sup>2</sup>

(1. 贵阳医学院附属医院儿科, 贵阳 550004;

2. 中国科学院地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002)

**摘要:**为了解儿科医护人员对汞污染的危害认知和汞泄露后的处置情况及可能的职业汞暴露,选取儿科医护人员 31 人和对照人群 26 人为研究对象,通过问卷调查了解其对汞污染危害的认知;测定儿科病房的大气汞含量,分析儿科医护人员的头发和尿液的汞含量,评价其职业汞暴露风险。结果显示,儿科医护人员对汞污染危害的认知较低,对汞泄露后的处置方式不恰当。儿科病房大气汞含量较高,并由损耗的体温计和血压计造成。儿科医护人员的尿汞平均含量为 1.58  $\mu\text{g}/\text{L}$ ,显著高于对照人群 0.70  $\mu\text{g}/\text{L}$ 。护士工龄和使用美白产品对医护人员的尿汞含量有一定的影响。需要加强儿科医护人员汞危害认知和汞泄露处置的宣传教育,以降低医院汞污染和职业汞暴露风险。

**关键词:**儿科;医护人员;汞污染;认知调查;职业汞暴露

**中图分类号:**X503 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-9250(2014)03-0437-05

汞是一种人体非必需的有毒重金属元素。人体汞暴露的健康影响取决于其化学形态、暴露的途径以及暴露的程度<sup>[1]</sup>。一般来说,汞的化学形态划分为无机汞(元素汞、二价汞等)和有机汞(甲基汞等)。人类甲基汞暴露的主要途径是食用鱼类及其他水产品<sup>[2]</sup>。甲基汞的毒性主要为神经毒性,发汞和血汞都可作为甲基汞暴露的有效生物标记<sup>[3]</sup>。无机汞的人体暴露,对普通人群而言,主要为补牙、服用一些中药、使用高汞含量的化妆品和香皂等<sup>[4]</sup>。职业暴露主要针对生产或者使用汞及其化合物的职业人群<sup>[4]</sup>。无机汞的毒性主要表现为神经毒性和肾脏毒性<sup>[4-6]</sup>。一般而言,呼吸进入人体的汞蒸气约有 80% 可以保留在体内(而二价汞仅为 8%),并主要通过尿液排出,因此尿液是人体无机汞暴露的生物标记物<sup>[4]</sup>。

医院儿科病房大量使用水银体温计,因为患儿的体温监测是最重要的任务之一。临床上护士甩体温计时触碰硬物、不慎将体温计掉落地面、患者不慎摔碎或折断体温计,均可能造成汞泄露,一支体温计含汞大约 1 g;医护人员使用血压计,也有可能造成

汞外漏,一台血压计含汞约 50 g<sup>[7]</sup>。体温计打碎或者血压计汞泄露后,汞蒸发有可能造成较高的大气汞含量,对医护人员的身体健康造成威胁。而临床工作中往往忽视了由此引发的健康风险,因此很有必要评价医护人员的职业汞暴露,并加强宣传教育,以减轻医院汞污染造成的危害。

## 1 材料与方法

### 1.1 汞危害认知调查

调查问卷参照裴小玲等<sup>[8]</sup>设计。调查问卷具体内容和答案选择情况见表 1。调查问卷分为 3 大部分:①一般资料,包括年龄、学历、职称等基本信息。②汞及其化合物对人体与环境的危害认知情况。③汞泄露后的处理方式。

### 1.2 儿科病房大气汞含量

测定儿科病房的大气汞含量,评价室内大气是否受到温度计破碎和血压计泄露导致的汞污染。采用俄罗斯产 LUMEX RA-915+ 型便携式汞分析仪现场测定,该仪器采用塞曼原子吸收光谱法和高频调制偏振光联合技术,检出限为 0.5  $\text{ng}/\text{m}^3$ ,每秒可

收稿日期:2013-08-20;改回日期:2013-12-13

基金项目:贵阳医学院附属医院科研基金(GYHLB201205);国家自然科学基金(21007068, 41120134005)。

第一作者简介:杨彦(1984—),女,本科,护师,主要从事临床护理工作。E-mail: 372842252@qq.com。

\* 通讯作者:李平,男,博士,副研究员。E-mail: ping\_ligyig@163.com。

获得一个数据<sup>[9]</sup>。测定病房不同区域(如护士站、治疗室、病房、过道、护士办公室等),取每 10 s 平均值,每个区域连续测定 5 min,计算其平均值。并与对照点的测定结果对比分析。

### 1.3 尿液和头发样品采集

系统采集儿科医护人员的头发和尿液样品。头发样品,是脑后枕部、自根部剪取的 3 cm 头发,用不锈钢剪刀剪取后于聚乙烯小袋保存。采集尿样 2 mL 于预处理过的聚乙烯管中,同时加 1 mL 浓 HNO<sub>3</sub>(优级纯)保存防止汞的损失。采集头发和尿液样品的同时,详细调查研究对象的年龄、性别、身高、体重、职业、是否使用美白产品、是否染发烫发、是否补牙、吸烟和饮酒习惯、疾病历史以及饮食习惯等信息,这些信息在汞认知调查中同时获得。

同时选择贵阳市区一般居民 26 人作为对照人群,其均无汞接触历史。

### 1.4 分析测试

头发样品采用 Lumex 测汞仪(RA-915+和 PYRO-915)热解法进行样品总汞含量的测定<sup>[10]</sup>。尿液样品加入新配制的 HNO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>混合酸,水浴法进行样品的总汞消解,采用冷原子荧光光谱法(Tekran2500 型测汞仪)测定<sup>[11]</sup>。以标准工作曲线、空白试验、标准物质的测定、平行样及样品加标回收实验,对实验数据进行严格的质量控制。所有分析测试工作在环境地球化学国家重点实验室汞分析实验室完成。

### 1.5 统计分析

所有统计分析均在 SPSS for Windows 11.0 软件上进行。实验数据以平均值±标准偏差表示, $p < 0.05$  表示有统计学意义。

## 2 结果与讨论

### 2.1 儿科医护人员对汞危害的认知调查

儿科医护人员对汞危害的认知调查的统计结果见表 1。其汞污染危害认知的平均正确率为 77%,但对甲基汞毒性及危害的认知较低;71%的医护人员均有打碎体温计和血压计汞泄露的经历;打碎体温计后的处理正确率为 61%,血压计汞泄露后的处理正确率为 32%。这些数据显示儿科医护人员对汞污染危害的认识不足,对汞泄露后的处置方式不恰当。

在国外,电子温度计已逐渐取代了传统的汞体温计,电子血压计等替代产品也相继出现,欧盟已经立法决定禁止使用汞体温计<sup>[12]</sup>。2010 年以来,包括我国在内的 140 多个国家正在就起草一项旨在控制汞污染的全球公约开展谈判,并将在 2013 年正式签约,汞使用的消减和汞污染控制势在必行。但由于经济原因和测量精度的影响,电子温度计及电子血压计在国内的普及有较大的困难,汞体温计及血压计在一段时间内仍将是我国医院及家庭的主要测温器材<sup>[12]</sup>。因此,加强对临床医护人员汞危害认知和汞污染处置方式的宣传教育就显得更为重要。

表 1 儿科医护人员对汞危害的认知调查的统计结果(调查问卷据裴小玲等<sup>[8]</sup>)

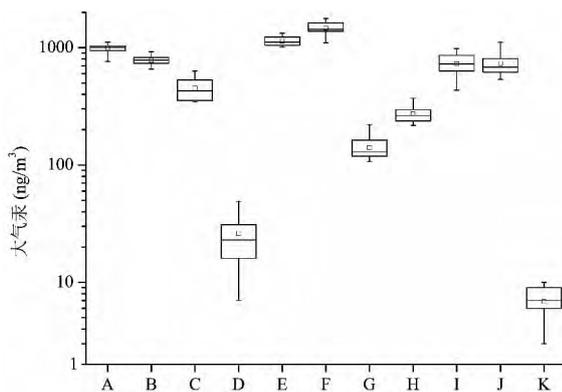
Table 1 Statistical results of cognitive questionnaire survey on the hazard of mercury for the pediatric medical staff (after Pei et al. <sup>[8]</sup>)

问 题	答案(选择)			
体温计和血压计内的液体是汞吗?	是(29)	否(2)		
是否知道常温下暴露于空气中的汞会挥发?	知道(27)	不知道(2)	知道,但认为可忽略(2)	
是否知道体温计破损和血压计溢出的汞对人体有害?	知道(28)	不知道(0)	知道,但认为可忽略(3)	
是否知道溢出的汞一旦流散将造成空气和水源的持续污染?	知道(27)	不知道(1)	知道,但认为可忽略(3)	
汞蒸气中毒主要是通过呼吸道吸入所致?	是(28)	否(0)	不知道(3)	
汞在环境中是否会经生物转化为毒性更强的甲基汞?	会(12)	不会(2)	不知道(17)	
人体甲基汞暴露的途径是食用汞污染的鱼肉?	是(21)	否(8)	不知道(2)	
甲基汞是否会引起急性、慢性中毒,并可引起胎儿中毒?	会(23)	不会(0)	不知道(8)	
甲基汞吸收入人体内,是否会导致机体细胞损伤和肾、脑、肺等主要脏器的损害?	知道(20)	不知道(11)		
您主要从何种途径了解汞及其化合物危害的相关知识?	教材(5)	医院职业防护教育(9)	网络及杂志(11)	其他(6)
您是否打碎过体温计?	是(21)	否(10)	记不清(0)	
您使用汞柱式血压计是否遇到过溢出汞的情况?	是(21)	否(8)	记不清(2)	
您所在的科室每年破损的体温计大约是多少支?	<10(0)	10-30(3)	>30(11)	不清楚(17)
当体温计打碎后您是如何处理的?	未做处理(4)	直接用扫帚清扫后倒入垃圾桶(18)	戴口罩、手套收集汞倒入专用密闭容器并开窗通风(19)	其他(0)
打开血压计和(或)使用中 发现汞溢出是如何处理的?	未做处理(4)	用注射器收集后注入玻璃储槽(10)	交给器械修理组处理(10)	其他(7)

## 2.2 儿科病房大气汞含量

对照点大气汞平均值为  $6.8 \text{ ng/m}^3$ , 基本代表贵阳市的大气汞本底值, 与前人研究结果  $10.1 \text{ ng/m}^3$  基本一致<sup>[9]</sup>。儿科病房护士站、配药室、治疗室、病房 1、病房 2 和医生办公室大气汞平均值分别高达 1004、798、733、1154、1457 和  $723 \text{ ng/m}^3$ , 相比对照点大气汞含量升高两个数量级, 说明儿科病房严重的大气汞污染(图 1)。在现场调研中, 在病房护士站角落和抽屉中, 曾发现散落的细小水银珠, 经询问值班护士, 确实为血压计汞泄露导致。护士更衣室、医生值班室和病房过道大气汞平均值分别为 272、146 和  $449 \text{ ng/m}^3$ , 病房阳台大气汞平均值为  $26 \text{ ng/m}^3$ , 说明这些区域也受到一定的汞污染。

王军玲等<sup>[7]</sup>在北京市医院的调查结果显示, 水银血压计单床年汞流失量为  $1.38 \text{ g}$ , 由体温计引起的单床年汞流失量为  $1.22 \text{ g}$ 。本研究的问卷调查结果显示, 儿科病房每年破损的体温计大于 30 支, 以每支体温计含汞  $1 \text{ g}$  计算, 儿科病房床位 40 张, 与王军玲的研究结果基本一致。说明儿科病房每年确实损耗大量的汞体温计, 并造成病房大气汞含量的升高。



A, 护士站; B, 配药室; C, 过道; D, 阳台; E, 病房 1; F, 病房 2; G, 医生值班室; H, 护士更衣室; I, 医生办公室; J, 治疗室; K, 对照点  
盒的下端和上端分别指示第 25 和第 75 个百分位数, 盒中的线指示第 50 个百分位数的值, 而盒中的小正方形指示平均值, 底部和顶部的尾线分别指示第 5 和第 95 个百分位数。

图 1 儿科病房不同位置大气汞含量分布

Fig. 1 Distribution of total gaseous mercury in different sites of the pediatric ward

## 2.3 儿科医护人员的汞暴露评价

儿科医护人员和对照人群的尿汞和发汞含量结果见表 2 所示。对照人群尿汞含量的平均值为

$0.70 \text{ } \mu\text{g/L}$ , 而儿科医护人员为  $1.58 \text{ } \mu\text{g/L}$ ; 对照人群发汞含量的平均值为  $0.50 \text{ } \mu\text{g/g}$ , 而儿科医护人员为  $0.38 \text{ } \mu\text{g/g}$ 。经统计检验, 儿科医护人员与对照人群的尿汞含量之间有显著性差异 ( $p < 0.001$ ), 而发汞含量无显著性差异 ( $p > 0.05$ )。

表 2 儿科医护人员和对照人群的尿汞和发汞含量对比

Table 2 Comparison of urine and hair mercury concentrations between the pediatric medical staff and the control group  $\mu\text{g/L}$

样本	儿科医护人员 (n=31)		对照人群 (n=26)	
	范围	平均值±标准差	范围	平均值±标准差
尿汞	0.13~8.69	$1.58 \pm 1.75^{***}$	0.28~1.43	$0.70 \pm 0.30$
发汞	0.18~1.23	$0.38 \pm 0.19$	0.16~0.94	$0.50 \pm 0.19$

\*\*\*,  $p < 0.001$ , 与对照人群比较

为探讨不同因素对儿科医护人员尿汞含量的影响, 我们分析了医生和护士的差别、护士工龄、使用美白产品的影响, 结果见表 3 所示。医生和护士的平均尿汞含量无显著差别 ( $p > 0.05$ ); 而工龄小于半年的护士的尿汞平均含量显著小于工龄大于半年的护士 ( $p < 0.01$ ); 剔除异常高值  $8.69 \text{ } \mu\text{g/L}$  后, 使用美白产品人员尿汞平均含量显著升高 ( $p < 0.01$ ), 说明美白产品也可导致一定的汞暴露。而补牙和烫染发未发现对医护人员尿汞含量的显著影响。

表 3 不同因素对儿科医护人员尿汞含量的影响

Table 3 Effects of different factors on urine mercury concentrations in the pediatric medical staff  $\mu\text{g/L}$

职业	医生 (n=9)	护士 (n=22)
平均值±标准差	$1.77 \pm 1.30$	$1.50 \pm 1.92$
护士工龄	<半年 (n=9)	>半年 (n=13)
平均值±标准差	$0.62 \pm 0.73$	$2.01 \pm 2.22^{**}$
美白产品	未使用 (n=17)	使用 (n=13)
平均值±标准差	$0.82 \pm 0.60$	$2.03 \pm 1.39^{**}$

\*\* ,  $p < 0.01$ , 两组之间比较

发汞含量主要反应人体甲基汞暴露状况, 儿科医护人员与对照人群的发汞含量无显著性差异, 说明儿科医护人员无明显的甲基汞暴露。而尿汞含量显著高于对照人群, 且尿汞含量最大值为  $8.69 \text{ } \mu\text{g/L}$ , 一般而言普通人群的尿汞含量应低于  $5 \text{ } \mu\text{g/L}$ <sup>[13]</sup>, 说明儿科医护人员确实存在一定的汞蒸气暴露, 有可能对其身体健康产生威胁。大气汞研究表明, 儿科病房遭受严重的大气汞污染, 相比对照点大气汞含量升高两个数量级; 较高的大气汞含量造成儿科医护人员一定的汞蒸气暴露, 导致其尿汞含量的升高。而工龄较短护士的尿汞平均含量较低, 这

更加证实儿科医护人员存在一定的汞蒸气暴露。同时,美白产品使用所导致的汞暴露需要重视。

#### 2.4 汞污染宣传教育

针对儿科医护人员汞污染危害的认识不足,必须加强其汞污染危害认知的宣传教育,可以采用讲座的形式开展。

必须严格规范医护人员体温和血压测量的操作技术,防止体温计的打碎和血压计的汞泄露,从源头上彻底控制汞泄露事件的发生。进行汞泄露后紧急处置的宣传教育,编制规范的应急处理程序。

通过上述措施,有望降低儿科病房的环境汞污染和职业人群的健康风险。

### 3 结 论

儿科病房大气汞含量较高,儿科医护人员存在一定的汞蒸气暴露。护士工龄和使用美白产品对医护人员的尿汞含量有一定的影响。儿科医护人员对汞污染危害的认知较低,对汞泄露后的处置方式不恰当,需加强汞危害及泄露处置的宣传教育,从而降低医院的环境汞污染。

### 参 考 文 献

- [1] 冯新斌,仇广乐,付学吾,等. 环境汞污染[J]. 化学进展, 2009, 21(2/3): 436-457.
- [2] Mergler D, Anderson AH, Chan HM, *et al.* Methylmercury exposure and health effects in humans: A worldwide concern[J]. *AMBIO*, 2007, 36(1): 3-11.
- [3] WHO. Environmental health criteria 101-Methylmercury[R]. Geneva: World Health Organization, 1991.
- [4] WHO. Environmental Health Criteria 118-Inorganic Mercury[R]. Geneva: World Health Organization, 1990.
- [5] 赖小希,方国祥. 慢性汞接触者肾功能指标的变化[J]. 湖北预防医学杂志, 2001, 12(1): 10-11.
- [6] 彭珊苗,张春生,胡元,等. 职业接触汞工人肾脏早期损伤指标的探讨[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2004, 22(2): 122-124.
- [7] 王军玲,张增杰,韩玉花. 医院含汞废物污染和减排对策探讨[J]. 环境科学与管理, 2010, 7: 10-13.
- [8] 裴小玲,冉琼,丁红. 临床护士对汞危害的认知及防护现状调查分析[J]. 华西医学, 2007, 22(4): 893-894.
- [9] 付学吾,冯新斌,张辉. 贵阳市大气气态总汞: Lumex RA-915AM与 Tekran 2537A的对比观测[J]. 生态学杂志, 2011, 30(5): 939-943.
- [10] 王翠萍,闫海鱼,刘鸿雁,等. 使用 Lumex 测汞仪快速测定固体样品中总汞的方法[J]. 地球与环境, 2010, 38(3): 378-382.
- [11] 李平,冯新斌,仇广乐,等. 贵州省务川地区土法炼汞工人汞蒸汽暴露调查及健康影响评价[J]. 生态毒理学报, 2006, 1(1): 30-34.
- [12] 周明芳,舒勤,李巍. 体温测量研究进展[J]. 中华护理杂志, 2005, 40(11): 863-864.
- [13] UNIDO. Protocols for environmental and health assessment of mercury released by artisanal and small-scale gold miners (ASM)[R]. Vienna: United Nations Industrial Development Organization, 2003.

## Cognitive Questionnaire Survey on Mercury and Occupational Mercury Exposure in Pediatric Medical Staff

YANG Yan<sup>1</sup>, XIONG Wu-xian<sup>1</sup>, LI Ping<sup>2,\*</sup>, DU Bu-yun<sup>2</sup>, FENG Xin-bin<sup>2</sup>

(1. Department of Paediatrics, Affiliated Hospital of Guiyang Medical College, Guiyang 550004, China;

2. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China)

**Abstract:** To understand the cognition on mercury (Hg) pollution, the disposal of Hg leakage, and possible Hg exposure for pediatric medical staff, pediatric medical staff (n=31) and control group (n=26) were selected in this study. We carried out a questionnaire survey and determined total gaseous Hg in the pediatric ward and Hg concentrations of hair and urine in the pediatric medical staff. The results indicated low cognition on Hg pollution and not appropriate disposal after Hg leakage for the pediatric medical staff. Total gaseous Hg in the pediatric ward is high, which may be related to the loss of Hg from thermometers and sphygmomanometers. The average of urine Hg is 1.58 µg/L for the pediatric medical staff, which is significantly higher than that for the control group (0.70 µg/L). Effects of seniority and use of whitening products on urinary Hg concentrations were observed. It is urgent to carry out the education of the hazard of Hg pollution and leakage disposal for the pediatric medical staff, which will finally reduce Hg pollution in the hospital and its risk of occupational Hg exposure.

**Key words:** pediatric ward; pediatric medical staff; mercury pollution; cognitive questionnaire survey; occupational mercury exposure