

## 厦门市 0 ~ 6 岁儿童尿汞水平流行病学调查

陈桂霞<sup>1</sup> 陈小鑫<sup>2</sup> 颜崇淮<sup>3</sup> 曾国章<sup>1</sup> 张继永<sup>1</sup> 史俊霞<sup>1</sup> 吴星东<sup>1</sup>

1. 广东省厦门市妇幼保健院 361000; 2. 厦门大学生命科学学院 广东厦门 361005;

3. 上海交通大学医学院附属新华医院上海市儿科医学研究所 上海市环境与儿童健康重点实验室 200092

**摘要:**目的 通过对厦门市 0~6 岁儿童尿汞水平调查,了解厦门市儿童汞暴露水平。方法 根据行政区划以及儿童人数分布从全市选取代表性的 8 个社区,进行分层随机抽样,共收集到 1076 例 0~6 岁儿童尿样。样本采用随意尿,每个儿童统一使用聚乙烯塑料瓶收集不少于 5 mL 尿样,尿样统一采用 DMA-80 自动测汞仪测定。结果 儿童尿汞测定值呈偏态分布,因此使用几何平均数表示儿童尿汞的平均水平。男女孩尿汞几何平均值分别为 0.77  $\mu\text{g/L}$  和 0.74  $\mu\text{g/L}$ ,经非参数  $t$  检验比较,差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。0~1 岁、2~3 岁和 3~6 岁 3 个年龄段的儿童尿汞几何平均值分别为 0.74  $\mu\text{g/L}$ 、0.75  $\mu\text{g/L}$  和 0.78  $\mu\text{g/L}$ ,经非参数  $t$  检验比较,差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。对 1076 名儿童尿汞值分析得出尿汞的几何平均值为 0.76  $\mu\text{g/L}$  95% 置信区间 0.70~0.81  $\mu\text{g/L}$ 。结论 厦门市 0~6 岁儿童的尿汞水平的调查结果可以为国内沿海城市 0~6 岁儿童汞暴露水平的本底值研究提供参考。

**关键词:** 儿童; 尿汞; 参考值

### The research of the reference value of urinary mercury for 0-6 years old children in coast area

CHEN Gui Xia<sup>1</sup>, CHEN Xiao Xin<sup>2</sup>, YAN Chong Huai<sup>3</sup>, ZENG Guo Zhang<sup>1</sup>,  
ZHANG Ji Yong<sup>1</sup>, SHI Jun Xia<sup>1</sup>, WU Xing Dong<sup>1</sup>

1. Xiamen Maternity and Child Health Care Hospital, Xiamen 361000, China;

2. School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 3. Shanghai Key Laboratory of Children's Environmental Health, Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiaotong

University, Shanghai Children Medical Center, Shanghai 200092, China

**Abstract: Objective** To understand the mercury exposure level in 0-6 year-old children of Xiamen city through the survey. **Methods** A total of 1 076 healthy infants and young children aged 0-6 year-old were selected from 8 communities with stratified and cluster sampling method respectively. The spot urine samples of the children were collected ( more than 5mL per child). The concentration of mercury was determined by DMA-80 automatic mercy instrument. **Results** The urine mercury values of the healthy children were in skewed distribution and the results were expressed in geometric mean. The urine mercury values for boys and girls are 0.77  $\mu\text{g/L}$  and 0.74  $\mu\text{g/L}$ , respectively. There was no significant difference for the urine mercury values between boys and girls ( $P>0.05$ ). Meanwhile, the urine mercury values for groups of 0-1 year-old, 2-3 year-old, and 4-6 year-old were 0.74  $\mu\text{g/L}$ , 0.75  $\mu\text{g/L}$  and 0.78  $\mu\text{g/L}$ , respectively. The urine mercury values among the three age groups had no significantly difference neither ( $P>0.05$ ). The upper 95th percentile in 1076 urine samples was 0.85  $\mu\text{g/L}$ , 95% confidence interval was 0.70-0.81  $\mu\text{g/L}$ . **Conclusion** The average value of 0-6 year-old children's urine mercury level in Xiamen was close to those in the reports of two researches in Shenyang and Germany. Therefore, results will be helpful for the understanding of mercury exposure in 0-6 year-old children of Xiamen city.

**Key words:** children; urine mercury; reference value

汞广泛存在于大自然中,人体可通过各种途径接触汞而摄入体内<sup>[1]</sup>。汞是毒性较大的重金属,儿

童汞暴露可侵害儿童的神经系统、泌尿系统等多个器官系统,阻碍儿童的生长发育<sup>[2]</sup>。沿海地区儿童

汞暴露问题比较突出,尿汞的含量对汞中毒的诊断具有重要的参考价值,至今仍然是汞中毒诊断的必测指标。为探讨儿童汞暴露水平,本研究 2006 年对厦门市 0~6 岁儿童的尿汞水平进行了调查。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

按照行政区划、人群分布特点,在沿海城市厦门市选取有代表性的 8 个社区(包括 7 个幼儿园)作为调查点,各分层随机抽取 1590 名 0~6 岁健康儿童为调查对象。获得家长知情同意后,共采集 1590 份晨尿样。

### 1.2 样品的采集

分别收集随机尿样(5~10 mL),用经除铅汞等重金属的聚乙烯瓶收集, -70℃ 冰冻保存,集中测定尿汞含量。

### 1.3 仪器与试剂

尿汞测定用 DMA-80 自动测汞仪(意大利 Milestone 公司);汞标准液(国家标准物质局, GBW080124);汞质控品 CONTOX(美国标准物质局, GBW 080124)。符合国家职业性汞中毒诊断标准(GBZ89-2002)中 WS/T26 尿中汞的冷原子吸收

光谱测定方法。

### 1.4 质量控制

标准曲线测定时每个点重复测定 3 次,以确保标准曲线的准确性。每次实验每 5~10 个样本插入 1 个质控样本对仪器的稳定性进行验证与调整。

### 1.5 统计学分析

结果采用 SPSS 19.0 软件进行分析,主要进行正态性检验,非参数(Mann-Whitney) *t* 检验等方法,尿汞测定结果以  $\mu\text{g/L}$  表示。

## 2 结果

### 2.1 调查对象一般情况

1590 名 0~6 岁健康儿童为调查对象,有效样品 1080 份,有效率为 67.7%。资料完整者 1076 人,其中男童 609 人(占 56.6%),女童 467 人(占 43.4%);儿童年龄为 0~1 岁占 39.8%, 2~3 岁占 23.5%, 4~6 岁占 36.7%。

### 2.2 儿童尿汞测定值的总体分布

厦门市 0~6 岁儿童尿汞测定值呈偏态分布,偏度为 4.17。进行对数转换后呈近似正态分布,偏度为 -1.87,故统计分析采用几何均数表示儿童尿汞的平均水平(图 1)。

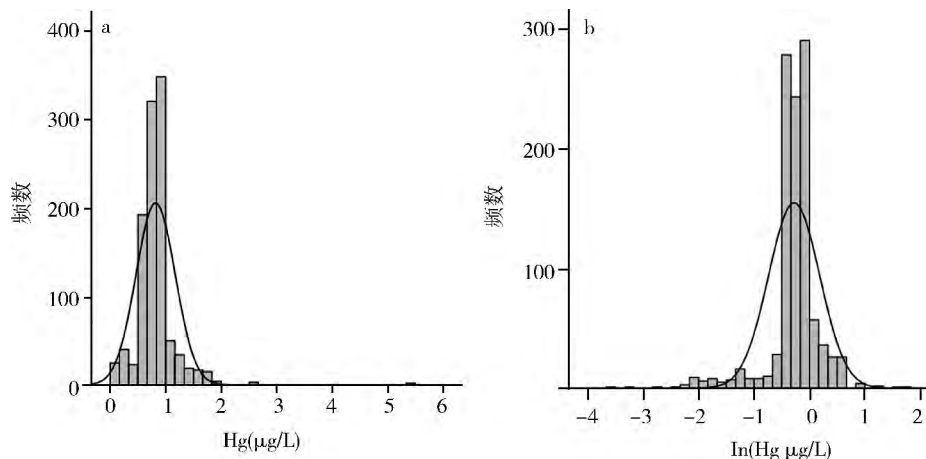


图 1 厦门市 0~6 岁儿童尿汞测定值分布图

### 2.3 不同性别、不同年龄段儿童尿汞值的比较

厦门市各地区 15 个幼儿园全部 609 名男孩和 467 名女孩之间的尿汞测定数据比较见表 1。几何均数男孩为 0.77  $\mu\text{g/L}$ 、女孩为 0.74  $\mu\text{g/L}$ ;中位数男孩为 0.83  $\mu\text{g/L}$ 、女孩为 0.82  $\mu\text{g/L}$ 。经非参数 *t* 检验差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

本次调查的 0~1 岁、2~3 岁和 4~6 岁的儿童

分布为 428、253 和 395 名。这些儿童的尿汞测定数据比较见表 2。0~1 岁、2~3 岁和 4~6 岁儿童尿汞的几何均数分别为 0.74  $\mu\text{g/L}$ 、0.75  $\mu\text{g/L}$  和 0.78  $\mu\text{g/L}$ ;中位数分别为 0.75  $\mu\text{g/L}$ 、0.83  $\mu\text{g/L}$  和 0.83  $\mu\text{g/L}$ 。经非参数 *t* 检验差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。结果见表 1。

表 1 厦门市 0~6 岁不同性别、不同年龄段正常儿童尿汞值比较

分项	例数	范围 ( $\mu\text{g/L}$ )		中位数 ( $\mu\text{g/L}$ )	95% 分位数 ( $\mu\text{g/L}$ )	几何均数 ( $\mu\text{g/L}$ )	几何均数 95% 置信期间( $\mu\text{g/L}$ )	
		最小值	最大值					
性别	男	609	0.04	4.71	0.83	1.53	0.77*	0.75~0.80
	女	467	0.03	5.46	0.82	1.31	0.74*	0.71~0.77
年龄(岁)	0~1	428	0.03	5.46	0.75	1.39	0.74*	0.70~0.77
	2~3	253	0.1	4.71	0.83	1.55	0.75*	0.71~0.80
	4~6	395	0.13	2.55	0.83	1.46	0.78*	0.75~0.81
合计	1 075	0.03	5.46	0.83	1.44	0.76	0.74~0.78	

\* : 表示男女儿童及各年龄段儿童尿汞均值比较差异无显著性, 非参数  $t$  检测  $P > 0.05$ 

## 2.4 厦门市儿童汞暴露水平

厦门市本次调查的 1076 名儿童中尿汞的几何均数为  $0.76 \mu\text{g/L}$ 、中位数  $0.83 \mu\text{g/L}$ , 95% 分位数为  $1.44 \mu\text{g/L}$ 。

## 3 讨论

目前在国内已有关于部分地区尿汞水平的报道, 但由于测定方法不同且无统一质控, 导致结果差异较大。而且国内尚无针对 0~6 岁各年龄段儿童的流行病学调查的报道。

沿海地区汞暴露几率较高, 儿童易于受到汞毒性的侵害, 为保护儿童须进行汞暴露水平的监测。在国内曾有人作过尿汞参考值探讨, 但目前对儿童尿汞本底值的流行病学调查相对较少。儿童作为一个特殊群体对环境中的重金属极其敏感, 同时对所处环境的控制能力较弱<sup>[3]</sup>。在儿童生长的各个阶段, 存在各种不同汞暴露源: 胎儿期汞能通过胎盘屏障在胎儿体内蓄积<sup>[4]</sup>; 婴儿期汞可经过母乳被儿童摄入<sup>[5-6]</sup>; 儿童断奶后汞主要来源于鱼贝类饮食等<sup>[7-8]</sup>。

研究中选取的对象男女比例接近 (男童 56.6%、女童 43.4%), 通过统计学分析, 发现厦门市 7 岁以下男女儿童尿汞本底值差异不显著。同时在 0~1 岁、2~3 岁和 4~6 岁 3 个年龄段的儿童当中, 尿汞本底值的差异也不显著。吴命君等人<sup>[9]</sup>对石家庄市 250 例健康人群尿汞正常值调查发现男女差异无统计学意义; 李淑华等人<sup>[10]</sup>对福州市学龄前儿童不同性别年龄尿汞正常值的比较分析也得出尿汞本底值的差异无显著性。这与本文调查结果一致。

通过对 1076 名儿童总体尿汞本底值的分析得出厦门市儿童尿汞正常参考值  $< 1.44 \mu\text{g/L}$ 。卞红等人<sup>[11]</sup>对上海地区 423 例健康成人进行尿汞检查得尿汞的正常参考值  $< 4.2 \mu\text{g/L}$ ; 黄振依等人<sup>[12]</sup>对广东省正常成人尿汞的调查的尿汞正常参考值

$< 7.0 \mu\text{g/L}$ ; 杨水莲等人对上海、黑龙江、广东、四川等省市健康成人尿汞调查的尿汞的正常参考值  $< 4.25 \mu\text{g/L}$ <sup>[13]</sup>; 董艳虹等人<sup>[14]</sup>对沈阳 4 岁健康儿童尿汞含量的调查得尿汞平均值为  $0.71 \mu\text{g/L}$ 。国外方面, Wilhelm 等人<sup>[15]</sup>对德国健康成人尿汞参考值的调查研究得出尿汞的参考值  $< 1.0 \mu\text{g/L}$ ; Wilhelm 等人<sup>[16]</sup>也对德国健康 0~12 健康儿童正常尿汞值进行探讨得出德国儿童尿汞正常参考值  $< 0.7 \mu\text{g/L}$ 。通过比较发现厦门市 0~6 岁儿童尿汞水平与董艳虹和 Wilhelm 等人得出的儿童尿汞参考值较为接近。同时经过分析可以发现成人的尿汞参考值较儿童的高, 国内外调查研究得出的参考值也存在较大差异。这些差异可能由于测定方法、各地区生活习惯不同和汞暴露情况不同所致。如董艳虹沈阳的数据是针对工业区儿童的, 主要来源是齿汞合金及职业接触汞, 与厦门儿童的环境不同, 主要来源于食物中海产品的摄入<sup>[7]</sup>。

根据国家职业性汞中毒标准, 尿汞水平  $\geq 10 \mu\text{g/L}$  本次调查厦门市 0~6 岁儿童尿汞水平, 95% 分位数是  $1.44 \mu\text{g/L}$ , 是对沿海健康儿童尿汞本底值的探讨, 该参考值可为当地儿童汞暴露的临床诊断、治疗提供依据, 对于保护儿童的身体健康有重要意义。

(致谢: 感谢参与本项调查工作的全体基层儿童保健工作人员以及志愿工作者!)

## 参考文献

- [1] Pirrone N, Cinnirella S, Feng X, et al. Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources [J]. Atmos Chem Phys, 2010, 10 (13): 5951-5964.
- [2] 丁宗一, 黎海, 朱逞, 等. 儿童生长发育及其障碍 [J]. 中国实用儿科杂志, 2002, 17 (12): 705-719.
- [3] Ceccatelli S, Bose R, Edoff K, et al. Long-lasting neurotoxic effects of exposure to methylmercury during de-

- velopment [J]. J Intern Med , 2013 , 273 ( 5) : 490-497.
- [ 4 ] Wu MQ , Yan CH , Xu J , et al. Umbilical cord blood mercury levels in China [J]. J Environ Sci , 2013 , 25 ( 2) : 386-392.
- [ 5 ] Yalçın SS , Yurdakök K , Yalçın S , et al. Maternal and environmental determinants of breast-milk mercury concentrations [J]. Turkish J Pediatr , 2010 , 52( 1) : 1-9.
- [ 6 ] Örün E , Yalçın SS , Aykut O , et al. Mercury exposure via breast-milk in infants from a suburban area of Ankara , Turkey [J]. Turkish J Pediatr , 2012 , 54( 2) : 136-143.
- [ 7 ] 陈桂霞 , 鲁立 , 曾国章 , 等. 婴幼儿汞暴露相关影响因素分析 [J]. 中国公共卫生 , 2013 , 29 ( 1) : 25-28.
- [ 8 ] Reilly SB , McCarty KM , Steckling N , et al. Mercury exposure and children's health [J]. Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care , 2010 , 40( 8) : 186-215 ,
- [ 9 ] 吴命君 , 董博芳 , 刘宏鹏 , 等. 石家庄市 250 例健康人群尿汞正常值调查 [J]. 职业与健康 , 2011 , 27 ( 22) : 2622-2623.
- [ 10 ] 李淑华 , 陈汉英 , 徐为民 , 等. 福州地区学龄前儿童尿汞正常值调查 [J]. 海峡预防医学杂志 , 1998 , 4 ( 2) : 21-22.
- [ 11 ] 卞红 , 鲁翼雯 , 单皓林 , 等. 上海地区健康成人尿汞正常参考值探讨 [J]. 职业卫生与应急救援 , 2002 , 12 ( 4) : 200-201.
- [ 12 ] 黄振依 , 丘创逸 , 庐厚汉 , 等. 广东省正常人群尿汞正常参考值的调查分析 [J]. 中国职业医学 , 2004 , 31 ( 6) : 42-44.
- [ 13 ] 杨水莲 , 倪为民 , 李晓军 , 等. 健康人群尿汞本底值的调查 [J]. 中国劳动卫生职业病杂志 , 2006 , 24 ( 7) : 418-419.
- [ 14 ] 董艳虹 , 白晶 , 崔琴子 , 等. 沈阳市工业区儿童体内汞含量调查及分析 [J]. 中国儿童保健杂志 , 2002 , 10 ( 4) : 279-280.
- [ 15 ] Wilhelm M , Ewers U , Schulz C. Revised and new reference values for some trace elements in blood and urine for human biomonitoring in environmental medicine [J]. Int J Hyg Environ Health , 2004 , 207 ( 1) : 69-73.
- [ 16 ] Wilhelm M , Schulz C , Schwenk M. Revised and new reference values for arsenic , cadmium , lead , and mercury in blood or urine of children: basis for validation of human biomonitoring data in environmental medicine [J]. Int J Hyg Environ Health , 2006 , 209( 3) : 301-305.

( 上接第 51 页)

死产、7 天内死亡围产儿出生缺陷率远高于存活儿。说明出生缺陷是导致围产儿死亡的重要原因。

世界卫生组织提出的“三级预防”是降低出生缺陷的关键措施<sup>[12]</sup>。自 2001 年起,我国实施了预防出生缺陷的三级预防体系。结合怀化市出生监测数据,建议:坚持一级预防主体地位,以政府为主导,加大政府医疗投入,不断提高该地区整体医疗技术水平和出生缺陷干预技术开展能力。普及产前筛查、提高产前诊断技术,开展二级预防。以三级预防为补充,增加新生儿疾病筛查经费投入,扩大新生儿疾病筛查面,提高新生儿疾病查率。

#### 参考文献

- [ 1 ] Dolk H , Loane M , Garne E. The prevalence of congenital anomalies in Europe [J]. Adv Exp Med Biol , 2010 , 6( 6) : 349-364.
- [ 2 ] 谢冬华 , 杜其云 , 王华. 湖南省 2003-2012 年出生缺陷发生率变化趋势分析 [J]. 中国优生与遗传杂志 , 2013 , 21: 11: 72-74.
- [ 3 ] 杨立国 , 周国华. 怀化城市形态演变特征及影响因素 [J]. 地理科学进展 , 2010 , 29( 5) : 627-632.
- [ 4 ] 谢东华 , 杜其云 , 王华. 2012 年湖南省出生缺陷发生情况分析 [J]. 实用预防医学 , 2014 , 21 ( 3) : 336-337.
- [ 5 ] 李文 , 满一晓 , 戴英健 , 等. 怀化市工业企业职业卫生现状 [J]. 职业与健康 , 2007 , 23( 5) : 326-328.
- [ 6 ] 周凤荣 , 张蓬 , 范媛媛. 山东省 2007-2010 年人群出生缺陷监测结果分析 [J]. 中国预防医学杂志 , 2011 , 12( 9) : 740-743.
- [ 7 ] 王爱华 , 杜其云. 湖南省 2009-2011 年围产儿出生缺陷监测结果分析 [J]. 实用预防医学 , 2013 , 20 ( 1) : 78-80.
- [ 8 ] 湖南省妇幼保健院. 湖南省妇幼卫生叶酸项目报表年度分析报告 [R]. 2012.
- [ 9 ] 张绍强 , 张玲 , 邹丹玲 , 等. 龙岗区 2004-2009 年出生缺陷监测资料分析 [J]. 中国妇幼保健 , 2012 , 27 ( 3) : 367-369.
- [ 10 ] 易泉英 , 钟柏茂 , 刘建新. 东莞市围产儿出生缺陷调查 [J]. 中国儿童保健杂志 , 2013 , 21( 2) : 181-184.
- [ 11 ] 虞慧婷 , 蔡任之 , 杨青. 2009 年上海市出生缺陷监测分析 [J]. 中国妇幼保健 , 2011 , 26 ( 1) : 44-46.
- [ 12 ] Arbour L , Melnikov V , McIntosh S , et al. The current state of birth outcome and birth defect surveillance in northern regions of the world [J]. Int J Circumpolar Health 2009 , 68( 5) : 443-458.