

# 低血铅暴露与神经系统症状的关系

窦倩如 王艳 蔡畅 李继猛 谭红专

**【摘要】 目的** 探讨油漆工人的低血铅暴露与神经系统症状之间的关系。**方法** 采用整群抽样的方法,抽取2个油漆相关企业的所有接触油漆的工人为样本,对其进行问卷调查、生化检测及体格检查。采用单因素 $\chi^2$ 检验和多因素非条件logistic回归分析的方法探讨低血铅和其他因素暴露对神经系统症状的影响。**结果** 收集到完整资料的有525例,其中血铅阳性者55例(10.5%);血铅阳性者的血铅均值为(0.088 4±0.053 9)mg/L;278例(52.95%)出现类神经征;69例(13.14%)出现周围神经病症状。多因素非条件logistic回归分析显示:工龄( $OR=1.827$ )、饮酒( $OR=1.607$ )、健康状况( $OR=3.862$ )、血铅( $OR=1.983$ )与类神经征有关。工龄( $OR=2.282$ )、饮酒( $OR=2.704$ )与周围神经病有关。**结论** 低浓度血铅暴露可能与类神经征的发生相关。

**【关键词】** 血铅;类神经征;周围神经病

**Association between low blood lead exposure and nervous system symptoms** Dou Qianru<sup>1</sup>, Wang Yan<sup>2</sup>, Cai Chang<sup>1,3</sup>, Li Jimeng<sup>2</sup>, Tan Hongzhuan<sup>1</sup>. 1 Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Central South University, Changsha 410078, China; 2 Changsha Municipal Center for Disease Control and Prevention; 3 National Center for AID/STD Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention  
Corresponding author: Tan Hongzhuan, Email: tanhz99@qq.com  
This work was supported by a grant from the Program of Changsha Science and Technology Plan of China (No. K13ZD054-33).

**【Abstract】 Objective** To explore the association between low blood lead exposure and nervous system symptoms among the workers exposed to oil paint. **Methods** Through cluster sampling, workers with occupational oil paint exposure in 2 factories were selected to conduct a questionnaire survey, biochemical detection and health examination.  $\chi^2$  test and unconditional logistic regression analysis were performed for the determinants analysis. **Results** A total of 525 oil paint workers completed the survey, in whom, 55 (10.5%) were blood lead positive, the mean of blood lead concentration was (0.088 4±0.053 9)mg/L, 278 (52.95%) had nervous system like symptoms and 69 (13.14%) had peripheral neuropathy symptoms. Multinomial logistic regression analysis showed that working age ( $OR=1.827$ ), drinking ( $OR=1.607$ ), health status ( $OR=3.862$ ), blood lead ( $OR=1.983$ ) were risk factors for nervous system like symptoms. Working age ( $OR=2.282$ ), and drinking ( $OR=2.704$ ) were risk factors for peripheral neuropathy. **Conclusion** Low blood lead exposure might be associated with nervous system like symptoms.

**【Key words】** Blood lead; Nervous system like symptom; Peripheral neuropathy

铅是环境中广泛存在的一种具有神经毒性的重金属,广泛应用于现代工业生产中。铅以烟尘、蒸汽等方式存在于空气中,通过呼吸道进入人体,导致相应的危害。铅中毒的早期常表现为头昏、头痛、乏力、失眠、多梦、记忆力减退等类神经征症状,严重者可出现手脚麻木、震颤等周围神经病症状<sup>[1-3]</sup>。近年

来随着科学技术的发展和各项防护措施的加强,很多铅作业人员的血铅水平已降至国家规定接触限值以下。而目前关于这种成人低血铅暴露对健康有无危害,特别是与铅特异的神经系统症状有无关系的研究很少<sup>[4-5]</sup>。本研究通过对油漆暴露工人的抽样调查,探讨低血铅水平及其他危险因素对神经系统的影响,为更加有效的开展铅作业防护提供科学依据。

## 对象与方法

1. 研究对象:采用整群抽样的方法,在长沙市生产和使用油漆的企业中,选择2012年10—12月健

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.05.022

基金项目:长沙市科技计划项目(K13ZD054-33)

作者单位:410078 长沙,中南大学公共卫生学院流行病学与卫生统计学系(窦倩如、蔡畅、谭红专);长沙市疾病预防控制中心(王艳、李继猛);中国疾病预防控制中心性病艾滋病预防控制中心(蔡畅)

通信作者:谭红专, Email: tanhz99@qq.com

健康体检的长沙市三一重工和湘江关西所有油漆暴露工人为研究对象。

2. 调查方法:包括问卷调查和体格检查。问卷调查采用“一对多”的面对面调查方式,主要内容包  
括调查对象的社会人口学特征(年龄、性别、工作年  
限、家庭月收入等)、自觉症状(头晕、头痛、记忆力  
减退等)、生活方式(吸烟、饮酒情况)、健康状况  
等。自觉症状在调查时排除症状轻微、频率小于一  
个月 1 次或者发病时间在一周内情况。体格检查  
包括一般的神经症状检查和血铅检测。血铅检测  
方法为原子吸收石墨炉法(WS/T 20-1996):受试者  
外周血于清晨空腹时使用一次性真空采血管采集血  
样 2~3 ml,摇晃均匀并与抗凝剂混合,置于 4℃冰  
箱保存。检测时取 0.1 ml 外周血,经 HNO<sub>3</sub> 稀释并离  
心后,将上清液注入石墨炉原子化器,进样 10 μl 测  
量峰高和吸光度,依据标准曲线计算出血铅值。

3. 指标定义:国家血铅职业接触限值为  
0.40 mg/L,本研究规定 Pb-B $\geq$ 0.04 mg/L 为血铅检  
测阳性。职业性铅中毒患者,由于铅在体内的长期  
蓄积常会造成中枢神经系统损害,类神经征是铅中  
毒早期和常见的中枢神经系统症状,铅中毒患者类  
神经征常表现为头昏、头痛、失眠、乏力、多梦、记  
忆力减退、易疲劳等功能性症状,本研究中定义研究  
对象出现任意一种及上述症状则认为该患者有类神  
经征;周围神经是慢性铅中毒的主要靶器官之一,铅  
中毒性周围神经病,可分为感觉型、运动型和混合  
型,感觉型常表现为肢端麻木,运动型常表现为伸肌  
无力和麻痹,本研究中定义研究对象出现手脚麻木  
或震颤症状则认为该患者有周围神经病<sup>[3]</sup>。吸烟  
为研究对象平均一个月内吸烟大于 1 支;饮酒为研  
究对象平均每周饮酒大于 1 次,每次饮酒量超过啤  
酒五分之一杯(40 ml)或白酒五分之一两(10 g),  
连续 6 个月以上者。健康状况好为研究对象未患  
其他疾病,健康状况差为研究对象患有慢性疾病,  
如胃炎、腰椎间盘突出、尿结石等。

4. 统计学处理:使用 EpiData 3.0 软件建立数  
据库,采用 SPSS 18.0 软件进行统计分析。采用单  
因素  $\chi^2$  检验和多因素非条件 logistic 回归分析  
( $\alpha_{\text{入}}=0.05$ ,  $\alpha_{\text{出}}=0.10$ ) 探讨低水平血铅和其他  
因素暴露对神经系统的影响, $P<0.05$  为差异有  
统计学意义。交互作用分析采用分层分析。

5. 质量控制:调查时研究对象及调查员均不  
知晓调查对象的血铅水平。在调查前对调查员进  
行了严格的培训与考核,合格后方参加正式调查。

## 结 果

1. 基本情况:本次共发放调查问卷 535 份,收  
回有效问卷 525 份,回收率 98.1%。其中,三一  
重工 347 人,湘江关西 178 人;男性为 510 人,  
女性为 15 人;年龄 18~55 岁,平均为(30.93 $\pm$   
7.09)岁。

本次共发现血铅阳性工人 55 例,占 10.5%。  
血铅阳性者的血铅浓度最低为 0.040 mg/L,最  
高为 0.350 mg/L,均值为(0.088 4 $\pm$ 0.053 9)  
mg/L,均低于国家血铅职业接触限值 0.40  
mg/L。发现类神经征 278 人,患病率达 52.95%;  
周围神经病 69 人,患病率达 13.14%。

2. 神经系统症状影响因素分析:单因素分  
析结果显示:工龄、健康状况和血铅与类神经  
征的发生有统计学关联( $P<0.05$ )。对周围  
神经病而言,年龄、工龄和饮酒与周围神经  
病的发生有统计学关联( $P<0.05$ )。详细结  
果见表 1。

表 1 神经系统症状影响因素的单因素分析

项 目	调查 人数	类神经征		周围神经病	
		患病 人数	患病率 (%)	患病 人数	患病率 (%)
年龄组(岁)					
≤30	274	142	51.8	30	10.9*
31~	181	97	53.6	23	12.7
≥41	70	39	55.7	16	22.9
性别					
男	510	272	53.3	67	13.1
女	15	6	40.0	2	13.3
工龄(年)					
<6	439	221	50.3*	48	10.9*
≥6	85	57	67.1	21	24.7
吸烟					
不吸烟	216	120	55.6	29	13.4
吸烟	296	152	51.4	39	13.2
饮酒					
不饮酒	342	172	50.3	34	9.9*
饮酒	168	99	58.9	34	20.2
家庭月收入(元)					
<1 000	50	28	56.0	7	14.0
1 000~	290	149	51.4	39	13.4
>3 000	135	73	54.1	16	11.9
健康状况					
好	434	218	50.2*	57	13.1
差	29	23	79.3	4	13.8
血铅(mg/L)					
<0.04	470	241	51.3*	62	13.2
≥0.04	55	37	67.3	7	12.7

注:\*表示率的差异有统计学意义, $P<0.05$

分别以类神经征和周围神经病为应变量,以单因素分析中的8个变量为自变量,进行多因素非条件logistic回归分析。回归分析中的变量赋值见表2。 $\alpha_{入}=0.10$ ,  $\alpha_{出}=0.15$ 。结果显示:工龄( $OR=1.827$ )、饮酒( $OR=1.607$ )、健康状况( $OR=3.862$ )、血铅( $OR=1.983$ )是类神经征的独立危险因素。工龄( $OR=2.282$ )、饮酒( $OR=2.704$ )是周围神经病的独立危险因素,详细结果见表3。

表2 神经系统症状影响因素的logistic分析变量赋值

因素	变量	赋值说明
年龄(岁)	X1	$\leq 30=1$ ; $31 \sim =2$ ; $\geq 41=3$
性别	X2	男=0; 女=1
工龄	X3	$< 6年=0$ ; $\geq 6年=1$
家庭月收入(元)	X4	$< 1\ 000=1$ ; $1\ 000 \sim =2$ ; $> 3\ 000=3$
吸烟	X5	不吸烟=0; 吸烟=1
饮酒	X6	不饮酒=0; 饮酒=1
健康状况	X7	好=0; 差=1
血铅(mg/L)	X8	$< 0.04=1$ ; $\geq 0.04=2$
类神经征	Y1	无=0; 有=1
周围神经病	Y2	无=0; 有=1

注:表中所有变量均以最低水平为参照组(0或1)

表3 神经系统症状影响因素的非条件logistic回归分析

因素	$\beta$	$s_e$	Wald $\chi^2$ 值	P值	OR值(95%CI)
类神经征					
工龄	0.602	0.299	4.048	0.044	1.827(1.016 ~ 3.285)
饮酒	0.474	0.217	4.776	0.029	1.607(1.050 ~ 2.458)
健康状况	1.351	0.480	7.938	0.005	3.862(1.509 ~ 9.884)
血铅	0.685	0.348	3.870	0.049	1.983(1.003 ~ 3.923)
周围神经病					
工龄	0.825	0.354	5.421	0.020	2.282(1.139 ~ 4.570)
饮酒	0.995	0.293	11.514	0.001	2.704(1.522 ~ 4.803)

3. 血铅与饮酒的交互作用分析:按是否饮酒将资料分层,探讨影响类神经征的两个独立变量血铅与饮酒是否还存在交互作用。交互作用的同质性检验结果显示,差异无统计学意义( $\chi^2=0.278$ ,  $P>0.05$ ),提示血铅与饮酒对类神经征不存在交互作用。详细结果见表4。

表4 血铅与饮酒对类神经征影响的交互作用

因素	血铅	有类神经征	无类神经征	合计	OR值(95%CI)
饮酒	+	10	5	15	1.438(0.469 ~ 4.410)
	-	89	64	153	
不饮酒	+	25	13	38	2.054(1.013 ~ 4.165)
	-	147	157	304	

## 讨 论

本次研究对象中的血铅检测阳性率为10.5%,但所有阳性者的血铅水平都低于国家规定的职业接

触限值。

铅的中枢神经系统损害机制与铅对大脑神经传导系统及中枢神经细胞的作用有关。其早期主要表现为类神经征,严重者可出现周围神经病。对于血铅在什么水平时会引起中枢神经系统的损害一直存在争议。Sierra等<sup>[6]</sup>发现,豚鼠血铅水平为130  $\mu\text{g/L}$ 时其前脑和小脑细胞内的谷氨酰胺合成酶活性下降30%~40%。钟振伟和胡利人<sup>[7]</sup>对大鼠进行低铅染毒(3组大鼠平均血铅浓度分别为194、357、584  $\mu\text{g/L}$ ),发现血铅浓度与血中GSH、T-SOD(总超氧化物歧化酶)、CAT(过氧化氢酶)活力呈负相关,低中高染毒组的GSH、T-SOD、CAT含量均显著高于对照组。阮素云等<sup>[8]</sup>的研究发现,大鼠血铅水平在较低浓度95  $\mu\text{g/L}$ 时,血脑屏障的通透性已发生损伤。刘素香等<sup>[9]</sup>发现,铅作业工人在最高尿铅浓度低于国家标准20  $\mu\text{g/L}$ 时,其自述神经衰弱的症状检出率就已显著高于对照组。叶细标等<sup>[10]</sup>的研究显示血铅水平在130  $\mu\text{g/L}$ 以下时,铅作业工人的DNA损伤程度同对照组比较无统计学差异。本研究发现油漆工人的血铅水平在40~350  $\mu\text{g/L}$ 之间,在单因素分析及多因素分析中,这种水平的铅暴露只与类神经征( $OR=1.983$ )有关,而与周围神经病无关。提示低浓度铅暴露已可造成神经系统损伤,但仅表现为轻微类神经征,尚没有观察到与周围神经病的关系。

本研究结果显示工龄、饮酒与类神经征和周围神经病均有关。这与路小婷等<sup>[11]</sup>的研究结果一致,工龄越长,铅对于油漆工人健康作用的时间越长,其损害就越严重,尤其是对于神经系统的损伤。张文玲等<sup>[12]</sup>认为,长期酒精暴露会损害中枢神经系统,常表现为神经细胞的凋亡,大脑皮质和海马神经细胞的丧失;突触数量的减少及氧化应激相关蛋白表达增多等。徐姜定<sup>[13]</sup>认为,滥用酒精对周围神经也会造成损害,这主要是B族维生素缺乏引起的,慢性酒精中毒患者会发生四肢麻木,运动觉和位置觉也会减退,这与本研究的结果相一致。本研究显示健康状况不佳与类神经征的发生有关,这可能与健康状况不佳的研究对象更容易感到乏力,易疲劳有关。

虽然本次检测的血铅是当时的血铅水平,但由于这些企业的工艺及这些工人的工作岗位和工作条件在近年并无大的变化,因此,该血铅水平也基本代表了这些工人的长期铅暴露水平。当然,有关低水平血铅与神经系统症状的关系的确切证据,仍需要更大样本的前瞻性研究进行验证。

## 参 考 文 献

- [1] Huang CP, Lin L, Su YS, et al. Effects of acute exposure to lead on behaviors and lipid peroxidation in developing mice [J]. Chin J Behavioral Med Sci, 2007, 16(3): 199-201. (in Chinese)  
黄陈平, 林林, 苏依所, 等. 急性铅染毒对发育期小鼠行为影响及与脂质过氧化水平的关系 [J]. 中国行为医学科学, 2007, 16(3): 199-201.
- [2] Hao FT, Du XQ, Niu YM, et al. The research progress of lead poisoning [J]. Chin J Ind Med, 2008, 21(3): 200-202. (in Chinese)  
郝凤桐, 杜旭芹, 牛颖梅, 等. 铅中毒研究进展 [J]. 中国工业医学杂志, 2008, 21(3): 200-202.
- [3] Liang YX, Jin TY, Sun GF, et al. Occupational health and occupational medicine [M]. Beijing: People's Health Publishing House, 2011: 83-87. (in Chinese)  
梁友信, 金泰虞, 孙贵范, 等. 职业卫生与职业医学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 83-87.
- [4] Li XP, Wang YW, Lan YJ, et al. Influence of lead exposure on neurobehavioral function of adults around light rate earth mining areas [J]. Modern Preventive Med, 2014, 41(2): 208-211. (in Chinese)  
李新平, 王永伟, 兰亚佳, 等. 轻稀土矿周围铅暴露对成人神经行为功能的影响 [J]. 现代预防医学, 2014, 41(2): 208-211.
- [5] Ahmad SA, Khan MH, Khandker S, et al. Blood lead levels and health problems of lead acid battery workers in Bangladesh [J]. Sci World J, 2014, 2014(2014): Article ID 974104.
- [6] Sierra EM, Rowles TK, Martin J, et al. Low level lead neurotoxicity in a pregnant guinea pigs model: neuroglial enzyme activities and brain trace metal concentrations [J]. Toxicology, 1989, 59(1): 81-96.
- [7] Zhong ZW, Hu LR. Effects of being poisoned by low level of lead on peroxidation of endoirine in rats [J]. Chin J Public Health, 2003, 19(8): 1000-1001. (in Chinese)  
钟振伟, 胡利人. 低铅染毒对大鼠脂质过氧化作用的影响 [J]. 中国公共卫生, 2003, 19(8): 1000-1001.
- [8] Ruan SY, Gu ZW, Lu CY, et al. Ultrastructural study on the toxic effects of low level lead on the blood-brain barrier in rat [J]. Chin J Ind Hyg Occup Dis, 1998, 16(6): 21-23. (in Chinese)  
阮素云, 顾祖维, 陆纯英, 等. 低浓度铅对大鼠血脑屏障超微结构的损害 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1998, 16(6): 21-23.
- [9] Liu SX, Guo SH, Ou HY. The effect of low concentration lead on workers' health [J]. Occup Health & Emerg Rescue, 2007, 25(2): 99-100. (in Chinese)  
刘素香, 郭四红, 欧海燕. 低浓度铅对作业工人健康影响分析 [J]. 职业卫生与应急救援, 2007, 25(2): 99-100.
- [10] Ye XB, Fu H, Zhu JL, et al. The peripheral blood cells comet assay for detecting DNA damage in workers exposed to lead [J]. Chin J Ind Hyg Occup Dis, 2000, 18(1): 51-53. (in Chinese)  
叶细标, 傅华, 朱靳良, 等. 职业接铅工人外周血细胞DNA损伤检测的彗星试验 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2000, 18(1): 51-53.
- [11] Lu XT, Li QY, Tian L, et al. Analysis on neurobehavioral function of lead exposed workers by factor analysis [J]. Chin J Ind Med, 2008, 21(4): 222-224. (in Chinese)  
路小婷, 李秋营, 田琳, 等. 铅作业工人神经行为功能的因子分析 [J]. 中国工业医学杂志, 2008, 21(4): 222-224.
- [12] Zhang WL, Wen YN, Zheng H, et al. Alcohol exposure and the damages in central nervous system [J]. J Henan Univ: Med Sci, 2013, 32(4): 285-289. (in Chinese)  
张文玲, 文亚男, 郑红, 等. 酒精暴露与中枢神经系统的损伤 [J]. 河南大学学报: 医学版, 2013, 32(4): 285-289.
- [13] Xu JD. Central nervous system damage caused by alcohol abuse and alcohol dependence [J]. Zhejiang Clin Med J, 2007, 9(10): 1297-1298. (in Chinese)  
徐姜定. 酒滥用与酒依赖致中枢神经系统损害 [J]. 浙江临床医学, 2007, 9(10): 1297-1298.

(收稿日期: 2014-10-23)

(本文编辑: 王岚)