

文章编号: 1006-3617(2013)08-0601-03

中图分类号: R134

文献标志码: A

【调查研究】

职业性锰暴露对锰冶炼厂男性工人认知能力的影响

刘静^{1a}, 卿利^{1b}, 李琴^{1c}, 陈康成^{1a}, 曾小云^{1b}, 邱毅², 陈小红², 梁林涵^{1a}, 邹云峰^{1c}, 杨晓波^{1a}

摘要: [目的] 探讨不同职业锰暴露水平对锰冶炼厂工人认知能力的影响及其他可能影响其认知能力的因素。[方法] 选择广西某锰冶炼厂 240 名男性冶炼工人为暴露组, 按锰累积暴露指数(CEI)分为高暴露组($CEI \geq 2.000$, 86 名)和低暴露组($CEI < 2.000$, 154 名), 以同一地区某糖厂 240 名男性工人为对照组, 调查其一般情况, 并采用北京版蒙特利尔认知评估调查问卷对认知能力进行调查。[结果] 该厂锰作业男性工人 CEI 与认知能力呈负相关($r=-0.324$, $P<0.05$)。控制年龄、婚姻状况等协变量后, 暴露组工人认知能力低于对照组人群($P<0.01$), 且高暴露组工人认知能力低于低暴露组($P<0.05$)。多重线性回归分析显示, 影响锰暴露工人认知能力的因素有: 年龄、文化水平、CEI、吸烟指数(均 $P<0.05$)。[结论] 职业性锰暴露可能降低锰冶炼厂男性工人认知能力; 此外, 年龄、文化水平、吸烟也可影响锰冶炼工人的认知能力。

关键词: 男性工人; 锰暴露; 认知能力; 蒙特利尔认知评估; 锰累积暴露指数

Effect of Occupational Manganese Exposure on Cognitive Function in Male Smelting Workers LIU Jing^{1a}, QING Li^{1b}, LI Qin^{1c}, CHEN Kang-cheng^{1a}, ZENG Xiao-yun^{1b}, QIU Yi², CHEN Xiao-hong², LIANG Lin-han^{1a}, ZOU Yun-feng^{1c}, YANG Xiao-bo^{1a} (1.a. Department of Occupational Medicine and Environmental Medicine b. Department of Epidemiology and Biostatistics c. Department of Toxicology, School of Public Health, Guangxi Medical University, Guangxi 530021, China; 2. Department of Physical Examination, Guangxi Institute for Prevention and Treatment of Occupational Disease, Guangxi 530021, China). Address correspondence to ZOU Yun-feng, E-mail: email_zyf@163.com; YANG Xiao-bo, E-mail: yxbo21021@163.com

• The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To explore the changes of cognitive function in male smelting workers with exposure to various levels of manganese (Mn) and its possible influencing factors. [Methods] A total of 240 male smelting workers were chosen from a Mn smelter in Guangxi and divided into high (86 workers) and low (154 workers) Mn exposure groups according to a cumulative exposure index (CEI); 240 male workers of a sugar refinery in the same region were selected as the control group. All participants were required to complete questionnaires to collect general information and evaluate cognitive function by the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) test (Beijing version). [Results] There was a negative association between cognitive function and the Mn cumulative exposure levels in male smelting workers ($r=-0.324$, $P<0.05$). The MoCA scores of the 2 exposure groups were remarkably lower than that of the control group ($P<0.01$), and the group with high Mn exposure level reported significantly lower scores than the group with low Mn exposure level ($P<0.05$), after adjusted age, marital status, and other related variables. The results of multiple linear regression analysis showed that the worker's cognitive function was significantly affected by age, education, Mn exposure level, and smoking ($P<0.05$). [Conclusion] Occupational Mn exposure might decrease the cognitive function in male smelting workers. Moreover, the cognitive function could also be affected by age, education, and smoking.

Key Words: male workers; manganese exposure; cognitive function; Montreal Cognitive Assessment; manganese cumulative exposure index

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(编号: 81072320、81060234);

广西自然科学基金资助项目(编号: 2011jjA40294)

[作者简介] 并列第一作者。刘静(1985—), 女, 硕士生; 研究方向: 职业流行病学; E-mail: liujing-1245@163.com。卿利(1988—), 女, 硕士生; 研究方向: 职业流行病学; E-mail: ql871126@163.com

[通信作者] 邹云峰副教授, E-mail: email_zyf@163.com; 杨晓波教授, E-mail: yxbo21021@163.com

[作者单位] 1. 广西医科大学公共卫生学院 a. 职业卫生和环境卫生教研室 b. 流行病与卫生统计学教研室 c. 毒理学教研室, 广西 530021; 2. 广西职业病防治研究院体检科, 广西 530021

锰是人体必需的微量元素之一, 是体内某些酶的活性基团、辅助因子或激活剂, 具有许多重要的生理功能; 同时锰又是常见的生产性毒物和环境污染物。锰作业工人长期接触较高剂量的锰会引起慢性锰中毒, 其早期症状主要表现为头晕、头痛、心悸、反应速度和认知能力下降等。已有研究表明, 职业锰暴露工人因为长期接触含锰烟尘, 致使机体摄入过量的锰而出现以中枢神经系统损害为主的各种临床或亚临床症状^[1-3]; 国外研究还发现环境接触较高剂量锰的学龄儿童智力受到影晌^[4]。本研究拟对广西某锰冶炼厂 240 名男性冶炼工和同一地区某糖厂 240 名男性工人进行调查, 以了解不同职业锰暴露水

平对锰冶炼厂工人认知能力的影响及其他可能影响其认知能力的因素。

1 对象与方法

1.1 对象

采用单纯随机抽样方法进行研究对象的选择。选取广西某锰冶炼厂 240 名男性冶炼工人为暴露组, 按锰累积暴露指数(cumulative exposure index, CEI)分为高暴露组和低暴露组; 以同一地区某糖厂男性工人作为对照组, 对照组工人均无锰或其他神经毒性物质接触史。高暴露组工人 86 名, 平均年龄(35.4±10.28)岁; 低暴露组工人 154 名, 平均年龄(35.0±5.56)岁; 对照组工人 240 名, 平均年龄(43.1±6.32)岁。

1.2 方法

1.2.1 作业场所空气锰浓度的测定 按照 GBZ 159—2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》^[5]的规定, 使用 FC-2 粉尘采样器(武汉仪器分析厂)采集空气样品, 按《工作场所空气有毒物质测定 锰及其化合物》^[6]第一法, 即火焰原子吸收光谱法进行操作, 用 AA-6800 原子吸收分光光度计(日本岛津公司)进行测定。

1.2.2 一般情况和认知能力调查 一般情况调查包括对个人基本情况和吸烟等生活习惯的调查; 认知能力调查采用蒙特利尔认知评估(Montreal Cognitive Assessment, MoCA)调查问卷(北京版)^[7], 包括视空间/执行功能、命名能力、注意力、语言能力、抽象能力、记忆力和定向力(满分依次为 5、3、6、3、2、5、6 分), 7 项能力得分总和即为 MoCA 总分。

1.2.3 CEI 计算及分级标准 $CEI = \Sigma \text{锰作业工龄(年)} \times \text{工作岗位空气中锰浓度(mg/m}^3)$ ^[8]。分级标准: 高暴露组 $CEI \geq 2.000$, 低暴露组 $CEI < 2.000$, 对照组 $CEI = 0.000$ 。

1.2.4 吸烟及吸烟指数定义 吸烟, 指每天吸烟 1 支及以上, 连续或累积 6 个月或 6 个月以上。吸烟指数=每天吸烟包数×吸烟年数。

1.3 统计分析

采用 EpiData 3.0 数据库进行数据双录入, 并核对整理, 所有数据的统计分析均使用 SPSS 16.0 软件包进行。对锰暴露水平与认知能力的关系做单因素分析, 在控制协变量影响后比较不同暴露组认知能力的差异, 对可能影响工人认知能力的因素进行多重线性回归分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 冶炼工人作业场所空气锰浓度监测结果

该锰冶炼厂 2006—2008 年 3 年工人作业场所空气锰浓度(时间加权平均值)分别为 0.36~1.06、0.08~0.45、0.08~0.13 mg/m³。

2.2 3 组工人基本情况

采用卡方检验比较 3 组工人间基本情况的分布。结果显示, 年龄、婚姻状况和吸烟指数差异有统计学意义($P<0.05$), 而文化水平差异无统计学意义($P>0.05$)。因此, 在进行认知能力分析时, 采用协方差分析, 以控制年龄、婚姻状况等因素对男性工人认知能力的影响。

2.3 CEI 和 MoCA 总分相关性分析

对暴露组人群锰暴露水平与反映认知能力综合水平的 MoCA 总分进行 Pearson 单因素相关性分析, 采用截至 2008 年的 CEI, 为 0.002~8.229 mg/m³ 年。结果显示, CEI 和 MoCA 总分呈负相关关系($r=-0.324$, $P<0.05$)。

2.4 不同锰暴露水平人群 MoCA 各项能力得分

在控制年龄、婚姻状况等协变量后, 对 3 组人群的认知能力进行协方差分析。结果显示, 高暴露组工人的视空间/执行功能、抽象能力、记忆力、定向力得分和 MoCA 总分均低于对照组($P<0.05$, $P<0.01$), 而低暴露组的抽象能力得分和 MoCA 总分也低于对照组($P<0.05$, $P<0.01$), 各组间其他项目得分差异无统计学意义, 见表 1。

表 1 不同锰暴露水平工人各项认知能力得分的协方差分析结果($\bar{x}\pm s$)

变量	对照组($n=240$)	低暴露组($n=154$)	高暴露组($n=86$)
视空间/执行功能	3.762±0.068	3.595±0.085	3.458±0.119*
命名能力	2.766±0.033	2.795±0.042	2.777±0.058
注意力	5.465±0.052	5.455±0.065	5.363±0.091
语言能力	1.013±0.066	1.146±0.070	1.006±0.098
抽象能力	1.199±0.051	0.883±0.064**	0.596±0.089***##
记忆力	2.957±0.105	2.891±0.131	2.478±0.184*
定向力	5.823±0.037	5.727±0.046	5.577±0.064**
MoCA 总分	23.7±0.230	22.8±0.280*	21.7±0.400**

[注]*: 与对照组相比, $P<0.05$, **: $P<0.01$; #: 与低暴露组相比, $P<0.05$, ##: $P<0.01$ 。

2.5 影响研究人群认知能力的多重线性回归分析

为避免各影响因素之间可能存在的交互作用, 采用多重线性回归对可能影响认知能力的因素进行综合分析。以 MoCA 总分作为因变量, 文化水平、年龄等作为自变量, 采用多重线性回归模型进行多因素分析, 采用逐步前进法, 变量进入模型的 P 值取 0.05, 保留变量的 P 值取 0.10, 置信水平取 0.05。各种自变量的取值见表 2。经多重线性回归分析, 最终进入回归方程的变量见表 3。

表 2 不同锰暴露水平工人 MoCA 总分多重线性回归自变量的赋值情况

变量	变量内容	赋值
X_1	文化水平	初中及以下($X_{11}=1$, $X_{12}=0$)=1, 高中或中专($X_{11}=0$, $X_{12}=1$)=2, 大学及以上($X_{11}=0$, $X_{12}=0$)=3
X_2	年龄(岁)	$\leq 30.0=1$, $30.1\sim40.0=2$, $40.1\sim50.0=3$, $>50.0=4$
X_3	婚姻状况	未婚=1, 已婚或未婚同居=2, 离异、丧偶或分居=3
X_4	吸烟指数	$\leq 10.0=1$, $10.1\sim20.0=2$, $20.1\sim30.0=3$, $>30.0=4$
X_5	CEI	$0.000=1$, $0.001\sim2.000=2$, $\geq 2.000=3$

表 3 不同锰暴露水平工人 MoCA 总分的多重线性回归分析

自变量	b	S _b	t	P	95%CI
常数项	27.771	—	46.966	<0.001	26.609~28.933
文化水平 1	-1.106	-0.132	2.072	0.039	-2.154~-0.057
文化水平 2	-0.146	-0.019	0.311	0.756	-1.066~-0.775
年龄	-0.992	-0.232	4.520	<0.001	-1.423~-0.560
CEI	-0.901	0.178	4.140	<0.001	-1.329~-0.473
吸烟指数	-0.405	0.103	2.073	0.039	-0.789~-0.021

3 讨论

空气中锰主要经呼吸道和皮肤吸收进入人体, 以烟尘形式或直接通过鼻腔经嗅丝转运到达中枢神经系统, 人体长期接触锰会出现以中枢神经系统损害为主的各种症状, 表现为运动速度、记忆力、注意力以及情感等方面的变化^[9-11]。

本研究通过计算职业锰暴露工人的锰暴露水平发现, CEI 与工人认知能力呈负相关($P < 0.01$); 控制年龄、婚姻状况等协变量的影响后, 高暴露组的视空间/执行功能、记忆力、定向力、抽象能力得分和 MoCA 总分均低于对照组($P < 0.05$), 低暴露组的抽象能力得分和 MoCA 总分也低于对照组($P < 0.05$)。在可能影响工人认知能力的因素的多重线性回归分析中, 不同锰暴露水平对工人认知能力有明显影响($P < 0.01$), 表明高锰暴露水平和较低的认知能力得分相关。BOWLER 等^[12]研究结果表明, 接触锰的电焊工, 其语言和学习记忆能力及其他认知能力等均低于对照组。LAOHAUDOMCHOK 等^[13]的研究报道称锰累积暴露水平的增高和电焊工人的反应时间的延长之间呈正相关。YUAN 等^[14]对一家机械制造厂工人的流行病学调查也发现锰暴露工人的认知能力比对照组工人低。

在影响认知能力的多重线性回归中, 除了不同锰暴露水平对认知能力有影响外, 吸烟情况、年龄和文化水平可能也对其有影响。FRIED 等^[15]的研究结果表明, 吸烟人群认知能力显著低于从未吸烟人群。RICHARDS 等^[16]的队列研究结果也显示, 研究人群的认知能力降低和每天吸烟呈正相关。本研究结果显示: 随着吸烟指数的增加, 工人认知能力得分越低, 与前述研究结果一致; 同时还显示, 随着年龄的增长, 工人的学习记忆能力逐渐降低, 文化水平越高, 其认知能力也越高。

职业性锰暴露可降低男性工人的认知能力; 除锰暴露外, 吸烟、年龄和文化水平也对工人的认知能力产生影响。本课题进行工人认知能力评估使用的是北京版蒙特利尔认知评估量表, 如能与其他认知评估量表联合使用可能会使结果更加全面。本研究的 CEI 计算使用的是该企业截至 2008 年的空气锰浓度, 而无近期较新的测定结果。下一步的研究将对该厂各分厂车间工人作业场所空气锰浓度进行监测, 获取最新数据, 以期能更准确地反映长期职业性锰暴露对工人认知能力的影响。此外, 锰影响机体认知功能的作用机制目前不是十分清楚, 后续将深入研究职业性锰暴露致工人认知能力降低的具体作用机制。

· 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] ROELS H A, BOWLER R M, KIM Y, et al. Manganese exposure and cognitive deficits: a growing concern for manganese neurotoxicity [J]. Neuro toxicology, 2012, 33(4): 872-880.
- [2] HERNÁNDEZ-BONILLA D, SCHILMANN A, MONTES S, et al. Environmental exposure to manganese and motor function of children in Mexico [J]. Neuro toxicology, 2011, 32(5): 615-621.
- [3] KIM Y, BOWLER R M, ABDELOUAHAB N, et al. Motor function in adults of an Ohio community with environmental manganese exposure [J]. Neuro toxicology, 2011, 32(5): 606-614.
- [4] RIOJAS-RODRÍGUEZ H, SOLÍS-VIVANCO R, SCHILMANN A, et al. Intellectual function in Mexican children living in a mining area and environmentally exposed to manganese [J]. Environ Health Perspect, 2010, 118(10): 1465-1470.
- [5] 中华人民共和国卫生部. GBZ 159—2004 工作场所空气中有害物质监测的采样规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [6] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 160.13—2004 工作场所空气有毒物质测定 锰及其化合物 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [7] 孙宇任, 安畅, 何伟, 等. 蒙特利尔认知评估量表北京版在沈阳市社区老年人群中的初步应用 [J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2012, 21(10): 948-950.
- [8] 陆有荣, 黎燕宁, 李侯健, 等. 两家锰矿生产和冶炼厂工人职业性锰危害的回顾性分析 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2009, 27(10): 616-617.
- [9] 郑玉新, 周晓蓉, 潘举升, 等. 职业性接触锰对作业工人神经行为功能的影响 [J]. 卫生研究, 1999, 28(4): 198-199, 202.
- [10] 邹云锋, 付承红, 石玉琴, 等. 接锰工人计算机神经行为测试探讨 [J]. 中国职业医学, 2004, 31(2): 10-13.
- [11] 王新. 电焊工 1160 名健康状况分析 [J]. 职业与健康, 2003, 19(4): 9-10.
- [12] BOWLER R M, GYSENS S, DIAMOND E, et al. Manganese exposure: neuropsychological and neurological symptoms and effects in welders [J]. NeuroToxicology, 2006, 27(3): 315-326.
- [13] LAOHAUDOMCHOK W, LIN X, HERRICK RF, et al. Neuropsychological effects of low-level manganese exposure in welders [J]. NeuroToxicology, 2011, 32(2): 171-179.
- [14] YUAN H, HE S, HE M, et al. A comprehensive study on neurobehavior, neurotransmitters and lymphocyte subsets alteration of Chinese manganese welding workers [J]. Life Sci, 2006, 78(12): 1324-1328.
- [15] FRIED P A, WATKINSON B, GRAY R. Neurocognitive consequences of cigarette smoking in young adults—a comparison with pre-drug performance [J]. Neurotoxicity Teratol, 2006, 28(4): 517-525.
- [16] RICHARDS M, JARVIS MJ, THOMPSON N, et al. Cigarette smoking and cognitive decline in midlife: evidence from a prospective birth cohort study [J]. Am J Public Health, 2003, 93(6): 994-998.

(收稿日期: 2012-12-24)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 王晓宇; 校对: 张晶)