

甲醛对作业工人免疫系统的损伤作用

童智敏, 施健, 杜成, 费小进

摘要: [目的] 探讨甲醛对作业工人免疫系统的影响。[方法] 调查分析昆山市存在甲醛职业危害的企业, 选择 65 名甲醛作业工人和非甲醛暴露工人 70 名为研究对象, 采集工人静脉血, 经仪器自动分析, 测定作业工人血清补体 C₃、C₄ 及血清免疫球蛋白 IgA、IgG、IgM。[结果] 18 家企业甲醛最高浓度达 3.11 mg/m³, 超标作业点达 29.09%。暴露组作业工人血清补体 C₃ (0.99 ± 0.31)、IgM (1.16 ± 0.51); ≥ 5 年组作业工人血清补体 C₃ (0.85 ± 0.15)、C₄ (0.20 ± 0.05) 及血清 IgA (1.28 ± 0.57)、IgM (0.90 ± 0.35) 明显降低, 与对照组比较差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。[结论] 接触甲醛导致作业工人免疫功能抑制。

关键词: 甲醛; 补体; 免疫球蛋白; 免疫抑制

Effect of Formaldehyde on Immune System of Occupational Workers TONG Zhi-min, SHI Jian, DU Cheng, FEI Xiao-jin (Division of Occupational Disease Prevention, Kunshan Center for Disease Control and Prevention, Kunshan, Jiangsu 215301, China).

Abstract: [Objective] To explore the toxic effects of formaldehyde on immune system. [Methods] Altogether 65 workers occupationally exposed to formaldehyde and 70 workers without occupational formaldehyde exposure were recruited into this study. Formaldehyde concentrations in the air were monitored. Serum complement C₃, C₄ and immunoglobulin IgA, IgG, IgM in venous blood of studied workers were determined using automatic analysis equipment. [Results] The average air concentrations of formaldehyde was 0.43 mg/m³, the maximum concentration was 3.11 mg/m³, and the rate of exceeding the limit was 29.09%. There were significant differences between exposure group and control group in serum complement C₃ (0.99 ± 0.31) and immunoglobulin IgM (1.16 ± 0.51). In particular, in the subgroup of workers more than 5 years exposure, their serum complement C₃ (0.85 ± 0.15), C₄ (0.20 ± 0.05) and immunoglobulin IgA (1.28 ± 0.57), IgM (0.90 ± 0.35) were significantly decreased ($P < 0.01$). [Conclusion] Long term occupational exposure to formaldehyde may cause apparent immune suppression, and dose-effect response existed.

Key Words: formaldehyde; serum complement; immunoglobulin; immunosuppression

甲醛是常见的工业毒物, 也是居室中常见的空气污染物。甲醛对人群健康的危害已成为社会和公众关注的热点。甲醛对人体健康影响的研究很多, 然而有关甲醛对人体免疫系统的影响研究近几年才见发表。正常情况下, 淋巴细胞亚群之间在数目和功能上保持动态平衡。当有害物质进入人体后, 通过各种方式破坏其平衡, 从而导致免疫功能紊乱^[1]。因此, 本项目拟研究甲醛对作业工人免疫系统的影响, 为甲醛的免疫毒性提供新信息。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择接触甲醛的作业工人 65 名 (男 42 名, 女 23 名) 为暴露组, 接触工龄为 0.5~11.2 年 (平均工龄 2.72 年), 年龄 (25.15 ± 5.68) 岁; 另选不接触甲醛、劳动强度相似的工人 70 名 (男 44 名, 女 26 名) 为对照组, 接触工龄为 0.5~11.8 年 (平均工

龄 2.90 年), 年龄 (25.53 ± 4.98) 岁。经 t 检验和 χ^2 检验, 两组工人的年龄、文化程度、工龄、性别、吸烟等分布情况相近, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

1.2 甲醛采样

以直读式甲醛测定仪 (4160, 美国 Interscan 公司) 现场直接读数, 使用前经过校准, 每次开机前预热 10 min, 调零后, 将仪器置于测定点 0.5~1.2 m 高处现场测定。按照 GBZ 2.1—2007 《工作场所有害因素职业接触限值》评价。

1.3 血清免疫学指标检测

以血清补体 C₃、C₄ 及血清 IgA、IgG、IgM 等免疫球蛋白为免疫学观察指标, 抽取静脉血 3 mL, 送昆山市人民医院检测, 仪器为双光径免疫浊度分析仪 (Image 800, 美国贝克曼公司)。

1.4 统计分析

用 SAS6.2 统计软件对实验数据进行方差分析, 暴露组与对照组的結果用 Dunnett's t 检验进行比较。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 甲醛浓度

对暴露组岗位空气中甲醛的浓度进行监测, 涉及甲醛危害 (下转第 644 页)

[基金项目] 昆山市科学技术局基金 (编号: KS0521)

[作者简介] 童智敏 (1977-), 女, 硕士, 主管医师; 研究方向: 卫生毒理和职业病防治; E-mail: 79972002tzm@163.com

[作者单位] 江苏省昆山市疾病预防控制中心职业病防治科, 江苏 昆山 215301

[17] 陈大红.南平市某蓄电池厂涂片工铅中毒相关原因分析[J].职业与健康, 2006, 22(21): 1797.

[18] 金亚平, 胡荣, 张军, 等.营养素在铅中毒防治中的作用[J].中

华劳动卫生职业病杂志, 2002, 20(5): 392-394.

(收稿日期: 2009-12-04)

(英文编辑: 黄建权; 编辑: 王晓宇; 校对: 王晓宇)

(上接第 640 页)

企业 18 家, 其中包括化工类 4 家, 轻工类 7 家, 电子类 2 家, 其他 5 家, 共设 55 个检测点, 其浓度范围为 0.08~3.11 mg/m³, 平均浓度为 0.43 mg/m³, 超过 GBZ2—2002《工作场所有害因素职业接触限值》的作业点达 29.09%; 对照组甲醛浓度低于检出限(<0.01)^[2]。结果见表 1。

表 1 暴露组作业岗位空气中甲醛浓度的检测结果

企业类型	浓度范围 (mg/m ³)	平均浓度 (mg/m ³)	样品数	超标数	超标率 (%)
化工类	0.09~1.02	0.44	11	3	27.27
轻工类	0.08~3.11	0.50	23	7	30.43
电子类	0.08~1.54	0.41	16	6	37.50
其他	0.09~0.55	0.22	5	0	0.00
合计	0.08~3.11	0.43	55	16	29.09

2.2 两组血清免疫学指标

暴露组工人血清补体 C₃($F=129.8$, $P=0.0001$) 和血清 IgM($F=10.28$, $P=0.0017$) 明显降低, 与对照组比较差异有统计学意义, 见表 2。

表 2 两组工人免疫指标测定的结果($\bar{x} \pm s$)

指标	暴露组($n=65$)	对照组($n=70$)
补体 C ₃ (g/L)	0.99 ± 0.31 [▲]	1.28 ± 0.39
补体 C ₄ (g/L)	0.25 ± 0.06	0.26 ± 0.07
IgA(g/L)	1.85 ± 0.96	2.10 ± 0.80
IgG(mg/L)	10.61 ± 3.24	10.45 ± 3.53
IgM(g/L)	1.16 ± 0.51 [▲]	1.45 ± 0.56

[注] [▲]: 经 Dunnett's t 检验, 与对照组比较, $P<0.05$ 。

2.3 按工龄分层后两组血清免疫学指标

经统计学分析, <5 年组血清补体 C₃($F=9.54$, $P=0.0026$) 较对照组明显降低, 差异有统计学意义; ≥5 年组血清补体 C₃($F=15.88$, $P=0.0005$)、补体 C₄($F=18.83$, $P=0.0002$)、IgA($F=12.21$, $P=0.0017$)、IgM($F=12.21$, $P=0.0017$) 均较对照组明显降低, 差异有统计学意义, 见表 3。

表 3 两组工人免疫指标按工龄分层的结果($\bar{x} \pm s$)

指 标	暴露组($n=65$)		对照组($n=70$)	
	<5 年($n=51$)	≥5 年($n=14$)	<5 年($n=55$)	≥5 年($n=15$)
补体 C ₃ ¹ (g/L)	1.03 ± 0.33 [▲]	0.85 ± 0.15 [▲]	1.24 ± 0.37	1.32 ± 0.42
补体 C ₄ ² (g/L)	0.29 ± 0.05	0.20 ± 0.05 [▲]	0.26 ± 0.07	0.28 ± 0.04
IgA ³ (g/L)	2.01 ± 0.98	1.28 ± 0.57 [▲]	2.10 ± 0.83	2.12 ± 0.72
IgG(mg/L)	10.88 ± 3.16	9.62 ± 3.48	10.37 ± 2.50	10.74 ± 2.58
IgM ⁴ (g/L)	1.23 ± 0.52	0.90 ± 0.35 [▲]	1.40 ± 0.52	1.64 ± 0.67

[注] [▲]: 与对照组比较, $P<0.05$ 。

3 讨论

甲醛是一种环境致敏原。皮肤直接接触甲醛可以引起过敏性皮炎、色斑, 甚至坏死。吸入高浓度甲醛时可以诱发过敏性鼻炎、支气管哮喘。甲醛也是一种半抗原, 与体内蛋白质大分子结合之后可以致人体发生 I 型超敏反应, 导致哮喘。同时甲醛还具有一定的免疫毒性, 抑制机体的某些免疫分子和免疫细胞的功能^[3]。本次检查结果显示, 暴露组血清补体 C₃ 和 IgM 明显降低, 血清补体 C₃(23 人)、C₄(4 人) 及 IgA(6 人)、IgG(11 人)、IgM(6 人) 的检测值低于正常值, 异常率分别为 35.4%、4.6%、9.2%、16.9% 和 9.2%。经工龄分层后, ≥5 年的暴露组 C₃、C₄ 及 IgA、IgM 均明显低于相应的对照组人群。说明接触甲醛对作业工人有一定程度的免疫抑制作用。造成这种损伤的可能原因是, 甲醛作为外源性化学物质直接作用于作业工人不同的免疫器官、免疫细胞和免疫分子, 影响正常的免疫应答, 也可以通过影响神经内分泌系统调节功能, 造成免疫功能紊乱, 或继发于其他靶器官毒性而引起了一定程度的免疫损伤。据文献报道, 外源化学物质免疫抑制的结果就是导致宿主抵抗力降低, 存在抗感染能力降低和肿瘤易感性增加的风险^[4]。

因此, 甲醛的免疫抑制作用, 可能会造成作业工人维持机体自身稳态的免疫系统、神经系统和内分泌系统网络动态平衡的破坏, 从而使得暴露人群的肿瘤发生率增加, 也可能是甲醛致癌机制之一。

参考文献:

- [1] 李艳莉, 尹诗, 黄宝妍. 室内甲醛污染来源及其对人体的危害[J]. 佛山科学技术学院学报, 2003, 21(1): 49-53.
- [2] 于立群, 蒋守芳, 冷曙光, 等. 甲醛暴露工人外周血淋巴细胞遗传物质损伤水平的研究[J]. 中华预防医学杂志, 2005, 39(6): 392-395.
- [3] 杨玉花, 裘著革, 晁福寰. 甲醛污染与人体健康研究进展[J]. 解放军预防医学杂志, 2005, 23(2): 68-71.
- [4] 王心如. 毒理学基础[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2003.

(收稿日期: 2009-11-02)

(英文编辑: 黄建权; 编辑: 王晓宇; 校对: 丁瑾瑜)