

密闭空调环境对机体免疫功能的影响

徐雷¹, 何云¹, 赖洪飘², 艾宝民¹, 杜柳涛¹, 甘德秀¹, 周炯亮¹

(1. 中山大学公共卫生学院, 广东 广州 510080; 2. 深圳市南山区卫生防疫站, 广东 深圳 518000)

摘要: 目的 通过作业场所职业卫生调查, 研究密闭工作环境对人体健康的影响。方法 对90名空调环境暴露工人和54名非空调环境对照工人进行一般情况调查, 检测血清IgG、IgM、IgA, 补体C₃、C₄和溶菌酶等免疫指标, 同时对比两组车间空气质量状况。结果 观察组空调环境中, 甲醛、CO₂浓度及噪声强度均显著高于对照组 ($P < 0.05$), 负离子显著低于对照组 ($P < 0.05$)。观察组血清IgG、IgM、IgA, 补体C₃、C₄均低于对照组 ($P < 0.01$), 溶菌酶差异无显著性 ($P > 0.05$)。结论 空调环境中负离子浓度低, 空气质量恶化, 可能对作业人群的免疫功能造成一定影响, 使其有降低的趋势。

关键词: 空调环境; 免疫功能; 负离子

中图分类号: R134; R446.62 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2002)05-0267-03

Effect of air-conditioned environment on the human immune function

XU Lei¹, HE Yun¹, LAI Hong-piao², AI Bao-min¹, DU Liu-tao¹, GAN De-xiu¹, ZHOU Jiong-liang¹

(1. School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; 2. Epidemic-prevention Station, Nanshan Region, Shenzhen 518000, China)

Abstract: **Objective** To study the effect of air conditioned environment on worker's immune function. **Methods** 90 workers who worked in air-conditioned environment and 54 control workers were selected as observing group and control group, respectively. The serum levels of IgG, IgM, IgA, C₃, C₄ and lysozyme of these workers were detected. At the same time, the air quality of the workplaces was also measured. **Results** Formaldehyde, CO₂ and noise levels in the air-conditioned environment were all significantly higher than that of the control, negative ion level was significantly lower than that of the control ($P < 0.05$); while the IgG, IgM, IgA, C₃ and C₄ levels in serum of the observing workers were significantly lower than that of the control ($P < 0.01$), but there was no significant difference in lysozyme level between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** The air-conditioned environment may affect worker's immune function.

Key words: Air-conditioned environment; Immune function; Negative ion

随着现代工业的迅速发展及空调的广泛应用, 空调生产环境逐渐增多。深圳地处亚热带气候, 高科技企业密集。由于生产的需要, 相当部分的生产是在密闭的空调环境下进行的。空调使用不当和工作场所的空气质量不良对作业人群健康的影响已越来越受到人们的关注。近年来, 国内学者对空调环境的卫生状况进行了一些调查, 结果表明不少空调室内空气质量下降, 微小气候失调。在空调环境下长期活动的人群容易出现“不良建筑物综合征”, 包括烦闷、乏力、嗜睡、胸闷、恶心、失眠、头痛、易患感冒等症状^[1], 但空调环境对免疫功能影响方面的研究目前鲜有报道。因此, 我们选择深圳市密闭空调生产环境及非空调生产环境企业各一家, 对其环境质量及工人免疫功能状况进行了调查研究。

收稿日期: 2002-06-12

作者简介: 徐雷 (1972-), 男, 硕士, 讲师, 从事劳动卫生与卫生毒理教学和研究工作。

1 对象与方法

1.1 对象

选择深圳南山区高科技产业区某密闭空调环境企业作业工人90名作为观察组, 平均年龄(22.8±5.5)岁, 平均工龄(1.4±2.6)年; 另选1家非空调生产环境企业作业工人54名为对照组, 年龄(22.4±2.0)岁, 工龄(2.0±1.1)年。要求研究对象基本上不接触有毒有害物质, 工作时间每天10~12小时, 观察组与对照组在性别、年龄、工龄、工作时间、吸烟及作业强度等方面尽可能具有可比性, 并且业余时间基本不暴露于空调环境。

1.2 方法

1.2.1 生产环境监测 根据工作人员作业活动范围均匀设点, 测定高度为呼吸带水平。温度和相对湿度用普通干湿球温度计测定; 风速、气压、细菌总数分别用热球式电风速计、气压计、平皿沉降法进行测定; CO₂、CO测定分别采用GXH-305型红外线气体

分析器和 QGS-08 型红外线气体分析器; 甲醛用美国产 4160-2 型甲醛测定仪测定; 噪声采用精密声级计; 空气离子用 SD-8003 型大气离子浓度测定仪测定。采用安培氏空气质量评价方法 *CI* 进行评价。 $CI = \text{负离子浓度} / (1000 \times \text{单极系数})$, 单极系数 (q) = 正离子浓度 (n^+) / 负离子浓度 (n^-)。

1. 2. 2 免疫指标测定 以血清 IgA、IgG、IgM, 补体 C₃、C₄ 为免疫学观察指标, 抽取静脉血 3 ml, 用单向免疫扩散法检测; 溶菌酶用琼脂平板法测定。

1. 2. 3 统计分析 所有资料均用 SPSS 10.0 软件进行统计分析。

2 结果

2. 1 劳动卫生学情况调查

本次调查的观察组为一台资企业, 以加工生产电脑内存条半成品为主, 厂房面积 750 m², 高 3.5 m, 24.4 °C 恒温车间, 其厂房分为测试区和流水线两个部分, 采用中央空调系统, 为全封闭生产环境, 空调持续开放。共有 3 条流水生产线, 按流程依次为表面贴装区、回流区、切板区、目视检测区, 整个生产线均为密闭式, 其所用清洗剂为酒精, 不含甲苯等有毒有害物质。其生产区有工作人员 100 人, 人均面积 7.5 m², 工人采用坐式精细操作方式, 无个人防护措施。

对照组为普通自然通风作业环境, 开窗作业, 厂房面积 800 m², 高 4 m, 其厂房共有 2 条包装品生产线, 均为坐式手工操作, 其生产材料不含甲苯等有毒有害物质, 共有工人 100 人, 人均面积 8.0 m²。

2. 2 生产环境监测

经监测, 两组温度、相对湿度、风速、气压、细菌总数、CO₂、甲醛、噪声等均符合卫生标准。观察组空气负离子浓度显著低于对照组, CO₂、甲醛浓度高于对照组, 微波、CO 未测出。两组间细菌总数无显著差异 (见表 1)。

表 1 密闭空调及非空调生产环境因素测定结果 ($\bar{x} \pm s$)

指 标	监测次数	非空调生产环境	密闭空调环境
气温(°C)	5	13.6 ± 0.3	24.4 ± 0.1 **
气湿(%)	5	94.6 ± 1.1	63.2 ± 1.1 **
气压(kPa)	5	102.9 ± 0.1	102.7 ± 0.1
风速(m/s)	5	1.22 ± 0.38	1.03 ± 0.21 **
CO ₂ (%)	5	0.050 ± 0.002	0.094 ± 0.004 **
甲醛(mg/m ³)	15	0.016 ± 0.005	0.064 ± 0.015 **
细菌总数(个/m ³)	5	815 ± 206.8	841 ± 303.7
负离子(ions/cm ³)	20	702 ± 59.3	133 ± 13.5 **
正离子(ions/cm ³)	20	714 ± 13.4	120 ± 7.1 **
评价指数 <i>CI</i>		0.70(等级 B)	0.15(等级 E)
噪声(dB)	5	60.5 ± 1.7	65.1 ± 3.8 *
微波		未测出	未测出
CO(mg/m ³)		未测出	未测出

与对照组相比 **P* < 0.05, ***P* < 0.01, 下表同。

2. 3 免疫指标检验结果

各项免疫指标中血清 IgA、IgG、IgM, 补体 C₃、C₄ 对照组均高于观察组, 在统计学上差异有显著意义 (*P* < 0.01); 血清溶菌酶两组之间无差别 (见表 2)。

表 2 观察组及对照组免疫指标测定结果比较 ($\bar{x} \pm s$)

指 标	对照组	观察组
IgG (g/L)	11.39 ± 3.20	7.99 ± 1.27 **
IgM (g/L)	1.97 ± 0.92	1.56 ± 0.63 **
IgA (g/L)	1.61 ± 0.60	1.22 ± 0.49 **
补体 C ₃ (g/L)	0.96 ± 0.29	0.66 ± 0.11 **
补体 C ₄ (g/L)	0.38 ± 0.15	0.25 ± 0.04 **
溶菌酶 (mg/L)	42.7 ± 28.5	42.2 ± 14.7

3 讨论

本研究中观察组及对照组空调环境中的微小气候均符合相应生产环境卫生标准。观察组温度、甲醛浓度、噪声强度均高于对照组; 气压、风速、相对湿度和负离子显著低于对照组。有研究人员用实验-对照方法检测空调房间 CO₂ 及负离子浓度, 分别显著高于和低于非空调房间; 对电子行业空调车间调查也得出同样结果^[1]。苏国琦等人对密闭空调环境的调查亦与本研究的空气质量监测结果一致^[3]。

空气质量对人群健康有着直接的影响, 无论室外或室内空气污染, 均已构成对人群健康的危害, 其首先引起的即是机体免疫功能的改变^[5]。类似的研究表明, 在空调环境中, 由于使用不当, 可使室内污染物 CO₂、甲醛浓度明显升高, 负离子浓度降低。长期生活在空气质量较差的环境中, 人群在出现临床症状之前, 机体免疫力已有不同程度下降^[5], 并且即使是空气质量标准以下浓度的污染物仍可引起人群尤其是长期暴露人群和敏感人群的健康效应的改变, 使一些敏感的免疫指标如 IgA、IgG、IgM 降低^[6,7]。本研究结果显示, 各免疫指标测定值在正常范围内, 观察组血清 IgA、IgG、IgM, 补体 C₃、C₄ 均低于对照组, 差异有显著性, 提示暴露人群免疫水平可能有降低趋势。另外, 孔祥环等对烧烤业 CO、CO₂ 较高的环境中的从业人员进行了溶菌酶和 T 淋巴细胞的测定, 但未发现显著差异^[4]。本研究在对特异性体液免疫指标进行评价的同时, 也检验了非特异性免疫指标溶菌酶, 差异未见显著性 (*P* > 0.05)。

有关甲醛对人体健康影响的研究发现, 暴露人群免疫学指标与甲醛污染程度有明显负相关关系, 甲醛浓度增高可能使作业人员免疫力降低^[2,8], 暴露人群血清中免疫球蛋白及补体 C₃ 均有不同程度的改变^[8]。

动物实验也发现甲醛可抑制小鼠的免疫功能。

空调生产环境空气中离子浓度多数存在过高、过低,正、负离子比例失调的现象^[4],其主要影响因素是风道、过滤器、工艺设备及部分人造建筑材料以及人员活动等,还要考虑空调房间高密度人员活动也会使空气负离子浓度下降,比如化纤衣服产生静电,使得附近的空气负离子浓度下降,而正离子浓度上升^[9]。关于空气离子对人体健康的影响,国内外仍处于探索阶段,一般资料认为负离子是一种对人体有益的离子,具有镇静、醒脑、增强记忆等功能,而正离子则相反,可引起失眠、头痛、血压升高。在一项对空调环境中空气离子的研究中发现,空调暴露组血清 IgG 含量显著低于非空调组 ($P < 0.05$),显示长期工作生活在空气负离子贫乏的环境中,可能使 IgG 水平降低^[10],此结果与本研究一致。另外,CO₂与负离子的关系也比较密切,有研究表明在公共场所或室内 CO₂ 浓度低时,负离子较多;当 CO₂ 浓度上升时,负离子被吸收变成重离子,负离子便会相应的减少^[9],产生同样的不良影响。

综上所述,通过对空调环境暴露人群与非空调环境人群的免疫功能研究的结果提示,空调环境中的微小气候、离子浓度及空气污染等原因可能对作业工人的免疫功能造成一定影响,使其有降低的趋势。因此建议在空调车间内改善通风系统,增加新风量,降低

CO₂ 等室内空气污染物浓度;安装负离子发生器,提高空气中负离子水平;定期进行车间环境监测与工人体检,确保空调作业人员身体健康。

(感谢本校预防医学专业 97 级赵驰、李勇、曾鸿、何志明、张依沙、郭少红同学对本研究的参与,感谢深圳市南山区卫生防疫站的大力帮助。)

参考文献:

- [1] 祝学礼,刘颖,尚琪,等. 空调对室内环境质量与健康的影响 [J]. 卫生研究, 2001, 30 (1): 62-63.
- [2] 彭竹涛. 谈谈空调环境的卫生状况与卫生监督管理 [J]. 中国卫生监督杂志, 1997, 4 (4): 168-169.
- [3] 苏国琦,肖慧芳,郭永乐. 空调环境下对从业人员健康的影响 [J]. 实用预防医学, 1999, 6 (1): 48-49.
- [4] 孔祥环,褚金花,肖忠新,等. 主营烧烤餐馆空气质量及从业人员免疫功能的调查 [J]. 首都医科大学学报, 1999, 12 (4): 247-249.
- [5] 朱永梅. 空气污染与人群健康 [J]. 安徽预防医学杂志, 2001, 7 (1): 72-74.
- [6] 宋宏,余德新. 环境空气污染与人群健康 [J]. 中国公共卫生, 1997, 13 (4): 245-246.
- [7] 万国林,甘为民,周银平,等. 档案库房职业危害对人体健康的影响 [J]. 中国工业医学杂志, 2000, 13 (5): 298-299.
- [8] 韩良峰,李琴,赵继泉,等. 室内甲醛对人体健康影响的研究 [J]. 中国公共卫生, 1996, 12 (4): 151-152.
- [9] 吴玉珍,张秀珍,杨沛,等. 空调房间中的负离子与健康 [J]. 江苏预防医学, 1997, 4: 39-41.
- [10] 陈凤兰,余世军. 不同空调环境空气离子状况对人体健康影响的探讨 [J]. 预防医学情报杂志, 1999, 15 (3): 179.

(上接第 266 页)的工伤发生于甲板处或发动机房,故对这些场所的安全隐患应高度重视。分析工伤发生的部位可见,近半数为手指、手、手臂工伤 (48.4%),有报道^[7]手指工伤占整个手部工伤的 79.6%,说明在劳动中应该重点保护手部,尤其是手指。超过 2/3 (67.7%)的伤者在船上未能得到及时治疗,调查中了解到在不少船上是由船长或大副兼管医务工作,为保障船员的身体健康并使伤病得到及时救治,建议应该为远洋船只配备专职医务人员,同时应加强海上员工自救互救知识的宣传教育。

本次调查仅限于调查海员最近一次出海航行中发生的工伤情况,可以减小回忆性信息偏倚。资料分析同时比较了海员工伤的患病率和发病率,它们在轻微工伤和重工伤表现上有一致性。由于发病率是计算各个体危险期内发病数,可消除因发病或其他原因对海

员流动的影响,具有可比性。

(南丹麦大学航海医学中心 Olaf Jensen 教授帮助设计本课题调查表,特此致谢!)

参考文献:

- [1] 黄金祥. 职业性外伤 [J]. 劳动医学, 1998, 15 (3): 187-189.
- [2] GB6441-1986. 企业职工伤亡事故分类 [S].
- [3] 胡云平. 国际航海医学研究的现状——首届 WHO 国际航海医学培训及研讨概述 [J]. 中国工业医学杂志, 1999, 12 (4): 246-247.
- [4] Tomaszunas S, Renke W, Filikowski J, et al. Diseases and work-related injuries in Polish seafarers and conditions of their work on foreign-flag ships [J]. Bull Inst Marit Trop Med-Gdynia, 1997, 48 (1-4): 49-58.
- [5] 郑曙峰,夏荣田,胡敏,等. 某驱逐舰出访美洲四国舰员发病分析 [J]. 中华航海医学杂志, 1999, 6 (2): 115.
- [6] Marlene VN. Toward a systematic approach to safety in commercial fishing industry [J]. Journal of Safety Research, 1995, 26 (1): 19-29.
- [7] 彭峰,陈琳,赵根明,等. 职业性手外伤的描述性流行病学研究 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2000, 18 (5): 273-276.