

焦炉逸散物对作业工人肺功能及呼吸系统症状影响的配对研究

陈波¹, 潘举升², 王晓江², 周袁芬¹, 汤锦龙², 胡云平¹, 金泰虞^{1*}

(1. 复旦大学公共卫生学院, 上海 200032; 2. 新余钢铁总公司卫生防疫站, 江西 新余 338001)

摘要: 目的 探讨焦炉逸散物对作业工人肺功能及呼吸系统症状的影响。方法 按吸烟指数、年龄、身高和体重配对, 对焦炉工和对照组进行问卷调查、肺功能测定和焦炉逸散物累积接触剂量(指数)估算。结果 接触组肺功能FVC、FEV_{1.0}、MMF、FEF_{25%}、FEF_{50%}、FEF_{75%}和各项肺功能实测值占预计值百分比均明显低于对照组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。焦炉工咳嗽、咳痰阳性率随累积接触剂量的增加而升高($P < 0.05$); 累积接触剂量 ≥ 60.00 时, 各项肺功能指标异常率明显高于对照组($P < 0.05$)。结论 焦炉逸散物可引起肺功能的降低和呼吸系统异常症状发生率升高。

关键词: 焦炉逸散物; 肺功能; 累积接触剂量

中图分类号: R135.2; R444 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2004)03-0157-03

A matched study on lung function and respiratory symptoms in workers exposed to coke oven emissions

CHEN Bo¹, PAN Ju-sheng², WANG Xiao-jiang², ZHOU Yuan-fen¹, TANG Jin-long², HU Yun-ping¹, JIN Tai-yi^{1*}

(1. School of Public Health, Fudan University, Shanghai 200032, China; 2. Public Health & Anti-epidemic Station, Steel & Iron Complex, Xinyu 338001, China)

Abstract: **Objective** To explore the effects of coke oven emissions on lung function and respiratory symptoms in workers. **Method** A questionnaire survey, lung function test and assessment of cumulative exposure dose (index) were made in coke oven workers and control group, matched for smoking index, age, height and weight. **Result** Lung function including FVC, FEV_{1.0}, MMF, FEF_{25%}, FEF_{50%}, FEF_{75%} and the ratios of tested and predictive values in exposure group were all lower than that of control group ($P < 0.05$). The positive prevalence rate of cough and expectoration in coke oven workers were increased with cumulative exposure dose ($P < 0.05$). The prevalence of abnormality of lung function in the group with more than 60.00 of cumulative exposure index was higher than that of control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Coke oven emissions could decrease lung function and increase the prevalence of respiratory symptoms.

Key words: Coke oven emissions; Lung function; Cumulative exposure dose

焦炉逸散物为炼焦过程中从焦炉逸散出的气体、蒸气和烟尘的统称, 其成分极为复杂, 含有大量的脂肪烃和多环芳烃类化合物。呼吸道是其进入机体的主要途径, 故呼吸系统的损害是焦炉作业工人常见的职业危害之一。以往虽有少量研究提示, 焦炉逸散物对呼吸系统的早期影响可表现为肺功能的下降^[1,2], 但多未能排除混杂因素如年龄和吸烟等的影响。据此, 本研究进行了配对研究, 以期通过剂量-反应关系的探讨, 揭示焦炉逸散物对作业工人肺功能及呼吸系统症状的影响, 为焦炉作业工人的健康监护提供理论指导。

1 对象与方法

1.1 对象

选择某焦化厂焦炉作业工人为接触组, 以同一地

区不接触焦炉逸散物及粉尘的工人为对照, 按性别、年龄差异 ≤ 3 岁、吸烟指数(吸烟量和吸烟年数的乘积) $\leq 20\%$ 、身高差异 < 3 cm和体重差异 ≤ 5 kg进行1:1配对。两组人群一般情况见表1。

表1 接触组和对照组一般情况比较

项目	接触组		对照组		P值
	n	%	n	%	
性别					
男	58	72.5	58	72.5	1.000
女	22	27.5	22	27.5	
吸烟指数(年支)					
不吸烟	38	47.5	38	47.5	1.000
< 150	20	25.0	19	23.8	
150~	22	27.5	23	28.7	
是否亲属曾患呼吸系统疾病					
有	10	12.5	13	16.3	0.653
无	70	87.5	67	83.7	
年龄(岁)	33.7 \pm 5.6		34.8 \pm 5.6		0.215
身高(cm)	163.7 \pm 7.3		164.7 \pm 7.5		0.414
体重(kg)	61.8 \pm 9.8		61.8 \pm 10.0		1.000

收稿日期: 2003-11-03; 修回日期: 2004-01-29

作者简介: 陈波(1978-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 职业流行病学。

*通讯作者(Corresponding author)(E-mail: tyjin@shmu.edu.cn)

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 包括个人一般情况、职业史、吸烟史、饮酒史、既往史及家族史（直系亲属中有无慢性支气管炎、肺气肿、哮喘或其他过敏性疾病）和呼吸症状。呼吸症状调查依次包括以下内容：（1）近 3 个月内有无咳嗽/咳痰；（2）是否在肺部感染时发生；（3）是否一周大部分时间或几天发生咳嗽/咳痰，如是，并排除肺部感染时发生则判定为咳嗽/咳痰阳性。咳嗽/咳痰阳性发生率为阳性人数/调查对象总人数。

1.2.2 肺功能测定 使用 SCHILLER SP-10 肺功能仪，由专人严格按照规范和质量控制进行操作，每人测试重复 3 次，选择最佳值。测试项目包括：最大肺活量（FVC）、第一秒最大呼气量（FEV_{1.0}）、最大呼气中期流速（MMF）及呼出量为 25%、50%、75% 时的流速（FEF_{25%}、FEF_{50%}、FEF_{75%}）。肺功能异常判定标准：FVC、FEV_{1.0} 低于预计值的 80%；FEF_{25%}、FEF_{50%}、FEF_{75%}、MMF 低于预计值的 70%。各指标的预计值由调查对象同地区随机抽取的不吸烟、未接触粉尘及其他毒物的居民 169 名（其一般情况与调查对象无明显差异）所测的肺功能值建立的多元回归方程得出。肺功能异常率为相关肺功能指标异常人数/调查总人数。

1.2.3 接触评定 测定各工作岗位（主要分为炉顶、炉侧、炉底）焦炉逸散物的浓度，评定作业工人实际接触时间，并根据作用模式（mode of action）即作用同一靶点的化学物其作用模式符合相加原理^[3]，估算焦炉逸散物累积接触剂量（指数），其公式为：累积接触剂量（指数）=∑（毒物浓度/卫生标准容许浓度）×实际接触时间。鉴于焦炉逸散物主要成分为苯溶出物和苯并（α）芘^[4]，故本次调查以上述两毒物估算焦炉逸散物累积接触剂量（指数）。各岗位分别用玻璃纤维滤膜阻留定采集 5 个颗粒物样品，后根据环境空气质量监测检验方法提取并测定苯溶出物和苯并（α）芘的浓度^[5]。

1.2.4 统计方法 所有资料由 SPSS 10.0 软件分析处理。

2 结果

2.1 接触组和对照组肺功能实测值及实测值占预计值百分比的配对比较

表 2 可见，接触组 FVC、FEV_{1.0}、MMF、FEF_{25%}、FEF_{50%}、FEF_{75%} 6 项肺功能指标平均实测值和（实测值/预计值）% 均明显低于对照组（ $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ ）。

表 2 接触组和对照组肺功能实测值及实测值占预计值百分比的配对比较 ($\bar{x} \pm s$)

肺功能指标	实 测 值		（实测值/预计值）%	
	接触组	对照组	接触组	对照组
FVC (L)	4 57±1.13 **	5 16±1.11	92 78±17.28 **	105 44±23.22
FEV _{1.0} (L)	3 82±0.91 **	4 41±0.92	100 19±17.48 **	116 81±24.93
MMF (L/s)	4 26±1.35 **	5 07±1.42	91 19±25.52 **	110 54±31.57
FEF _{25%} (L/s)	7 58±2.45 **	8 55±2.35	96 25±26.26 **	109 97±28.17
FEF _{50%} (L/s)	4 95±1.59 **	5 98±1.70	94 18±26.62 **	115 76±33.67
FEF _{75%} (L/s)	2 14±0.82 *	2 50±0.99	90 14±31.61 **	108 84±45.23

与对照组比较，* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

2.2 接触组与对照组肺功能异常的配对比较

由表 3 可见，接触组肺功能异常率高于对照组，但仅 FEF_{75%} 异常率在两组间有统计学差异（ $P < 0.05$ ）。

表 3 接触组和对照组肺功能异常情况的配对比较 ($\bar{x} \pm s$)

肺功能指标	+-	-+	χ^2 值	P 值
FVC	14	8	1.14	0.286
FEV _{1.0}	7	5	0.08	0.774
MMF	14	10	0.38	0.541
FEF _{25%}	15	6	3.05	0.078
FEF _{50%}	13	6	1.89	0.167
FEF _{75%}	15	4	6.37	0.019

注：+- 为接触组异常而对照组正常的对数；-+ 为对照组异常而接触组正常的对数。

2.3 接触组与对照组呼吸症状配对比较

由表 4 可见，接触组咳嗽和咳嗽阳性率明显高于对照组（ $P < 0.05$ ）。

表 4 接触组和对照组呼吸症状的配对比较 ($\bar{x} \pm s$)

呼吸症状指标	+-	-+	χ^2 值	P 值
咳嗽	16	6	3.68	0.05
咳痰	16	5	4.76	0.03

注：+- 为接触组阳性而对照组阴性的对数；-+ 为对照组阳性而接触组阴性的对数。

2.4 焦炉逸散物累积接触剂量（指数）与呼吸症状及相关肺功能指标的关系

接触组按焦炉逸散物累积接触剂量的分布等分为 3 个剂量组，各剂量组性别、身高、体重和吸烟指数的分布与对照组差异无显著性（经秩和检验， $P > 0.05$ ）。低剂量组平均年龄（31.6 岁）明显低于对照组（34.8 岁）（ $P < 0.05$ ），中、高剂量组平均年龄与对照组差异无显著性（ $P > 0.05$ ）。由表 5 可见，接

触组咳嗽、咳痰阳性率随累积接触剂量的增加而升高;高剂量组肺功能异常率均明显高于对照组 ($P <$

0.05),反映小气道功能的指标 ($FEF_{25\% \sim 75\%}$)低、中剂量与对照组比较差异有显著性。

表5 累积接触剂量(指数)与咳嗽咳痰阳性率及肺功能异常率(%)的关系

累积接触剂量(指数)	n	咳嗽咳痰阳性率			肺功能异常率				
		咳嗽	咳痰	FVC	FEV _{1.0}	MMF	FEF _{25%}	FEF _{50%}	FEF _{75%}
对照组	80	7.50	8.80	11.25	6.25	16.25	7.50	8.75	15.00
接触组 低(0~)	25	16.00*	16.00*	8.00	4.00	16.00	20.00*	16.00*	24.00*
中(5.00~)	24	16.67*	20.83*	12.50	8.33	20.83	16.67*	16.67*	33.33*
高(≥ 60.00)	31	29.03**	25.81**	32.26**	12.90*	25.81*	19.35*	19.35*	29.03*

与对照组比较, * $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

3 讨论

肺功能是反映呼吸系统功能状态的一项重要指标,并已用于环境因素对呼吸系统影响的评估,但其易受年龄、身高和吸烟等因素的影响^[6,7],因此研究时应对上述混杂因素予以控制。本调查通过严格的配对比较,发现焦炉逸散物可降低肺功能实测值和实测值占预计值的百分比,提示焦炉逸散物对作业工人的大气道功能(反映指标为FVC、FEV_{1.0})和小气道功能(MMF、FEF_{25%}、FEF_{50%}、FEF_{75%})均有明显影响。分析肺功能异常率还发现,焦炉工FEF_{75%}异常率明显升高,进一步提示焦炉逸散物对小气道影响可能更明显。

由于咳嗽和咳痰是呼吸系统表现异常时出现的两个主要症状,因此本调查对此作了分析。结果显示焦炉工一周大部分时间发生咳嗽或咳痰的比例明显升高,这可能与焦炉逸散物吸入呼吸道后,对局部组织细胞造成长期、持续的慢性刺激,并诱发局部组织炎症有关^[8]。同时提示,焦炉逸散物职业暴露有可能影响作业工人的日常生活。

为了更精确地评价焦炉逸散物接触与肺功能和呼吸系统症状之间的剂量-反应关系,本调查以反映个体实际接触情况的累积接触剂量(指数)作为接触指标,以肺功能异常、咳嗽和咳痰阳性率作为反应指标,并考虑性别、年龄、身高、体重和吸烟指数等混杂因素的影响。虽累积接触低剂量组的平均年龄低于对照组,但由于肺功能随年龄升高而下降,呼吸症状阳性率随年龄升高而升高^[9,10],本研究发现低剂量组与对照组比较虽年龄小但症状阳性率和小气道功能指标异常率均高,则更说明焦炉逸散物接触是一危险因素。因此调查中发现的焦炉逸散物累积接触剂量 ≥ 60.00 时可使各项肺功能指标异常率明显升高,以及反映小气道功能指标的异常率和焦炉工咳嗽、咳痰阳性率随焦炉逸散物累积接触剂量增加而升高,呈明显

的剂量-反应关系,可提示焦炉逸散物是肺功能(尤其是小气道功能)下降和出现呼吸系统异常症状的重要原因。

为保护作业工人健康特提出如下建议:(1)定期监测作业环境焦炉逸散物的浓度,做好个体累积接触剂量的评估,并建档;(2)对作业工人进行定期体检,发现肺功能尤其是反映小气道功能的指标显著下降者,应做好健康监护工作,必要时建议转岗;(3)对作业工人加强个人职业安全防护教育;(4)改善作业环境,加强管理。

(本研究承蒙新余钢铁总公司卫生防疫站魏泽荣、车启明、林萍、钟莹、李飞、何小秋、刘武、龚茶秀、宋瑛等同志的大力协助,在此一并致谢!)

参考文献:

- [1] Chau N, Bertrand JP, Guenzi M, et al. Lung function in retired coke oven plant workers [J]. Br J Ind Med, 1992, 42 (5): 316-325.
- [2] 张晓敏, 陈胜. 焦炉逸散物对作业工人呼吸系统影响的研究 [J]. 中国职业医学, 1999, 26 (4): 12-14.
- [3] Mumtaz MM, Hertzberg RC. The status of data in risk assessment of chemical mixtures. In Hazard Assessment of Chemicals [M]. Saxena J Ed. Vol. 8. Hemisphere, Washington DC, 1993: 47-79.
- [4] Chen ML, Mao IF, Wu MT, et al. Assessment of coke oven emission exposure among coking workers [J]. Am Ind Hyg Assoc J, 1999, 60 (1): 105-110.
- [5] 中国预防医学科学院环境卫生监测所. 环境空气质量监测检验方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.
- [6] Manfred N, Hanns M, Michael K. Declining ambient air pollution and lung function improvement in Austrian children [J]. Atmos Environ, 2002, 36 (11): 1733-1736.
- [7] 穆魁津. 肺功能测定原理与临床应用 [M]. 北京: 北京医科大学联合出版社, 1992, 33-79.
- [8] Corhay JL, Bury T, Louis R, et al. Bronchial responsiveness in active steel workers [J]. Eur Respir J, 1998, 11 (2): 272-277.
- [9] 张蕙芬, 李佩珍, 吴庆年, 等. 健康人肺功能随增龄的改变 [J]. 中华老年医学杂志, 1990, 9 (1): 23-25.
- [10] Aakkola MS, Jaakkola JJ, Ernst P, et al. Respiratory symptoms in young adults should not be overlooked [J]. Am Rev Respir Dis, 1993, 147 (2): 359-366.