

【论著】

# 氟接触工人神经行为功能的研究

郭智勇, 何玉华, 朱启星  
(安徽医科大学公共卫生学院, 安徽 合肥 230032)

[摘要] 目的 探讨氟接触工人神经行为功能的改变及其接触水平-效应关系。方法 采用 WHO 推荐的神经行为功能测试组合(NCTB)对某铝厂 65 名电解工人和 52 名对照工人进行测试分析, 同时测定其血清氟、尿氟浓度。结果 血清氟、尿氟浓度接触组明显高于对照组。除视觉保留外, 氟接触工人的各项测试标准分均低于对照组。除视觉保留、数字译码外, 血清氟浓度与 NCTB 各项测试间均存在明显负相关。结论 职业性氟接触可影响工人正常的神经行为功能, 血清氟浓度与神经行为功能间可能存在一定接触水平-效应关系。NCTB 测试可考虑作为氟接触工人健康监护的早期敏感指标。

[关键词] 氟; 神经行为功能; 职业接触

[中图分类号] R135.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7164(2001)06-0346-03

## Study on Neurobehavioral Function of Workers Occupationally Exposed to Fluoride

GUO Zhi-yong, HE Yu-hua, ZHU Qi-xing

(School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei 230032 China)

**Abstract:** **Objective** Neurobehavioral function of fluoride exposed workers and the exposure-effect relationship were studied. **Methods** 65 workers from aluminum plant were taken as the exposed group and 52 healthy workers as the control group. Neurobehavioral Core Test Battery (NCTB) recommended by WHO was used for observation. Meanwhile, the concentrations of serum and urine fluoride were detected. **Results** Compared with the control group, concentrations of serum and urine fluoride of the exposed group increased. There was significant difference of NCTB between the exposed and the control group except Benton visual retention. The concentration of serum fluoride correlated inversely with most items of NCTB except digit symbol and Benton visual retention. **Conclusions** Occupational fluoride exposure might interfere with normal neurobehavioral function. The exposure-effect relationship between the concentrations of serum and urine fluoride and NCTB scores might exist, so NCTB could be one of the effective and sensitive indexes for aluminum workers' health surveillance.

**Key words:** Fluoride; Neurobehavioral function; Occupational exposure

氟是人体必需微量元素之一, 但摄入量过多对机体的骨相系统与非骨相系统均可产生明显危害。近年来, 氟对非骨相系统尤其是神经系统的损害已引起人们的高度重视<sup>[1]</sup>, 但氟对神经行为功能(NCTB)影响方面的文献鲜见。本研究旨在通过研究氟接触水平与 NCTB 之间的关系, 探讨职业性氟暴露对中枢神经系统的影响及两者间的接触水平-效应关系, 寻找氟接触工人健康监护的早期指标。

### 1 对象与方法

#### 1.1 生产及接氟概况

该铝厂炼铝采用熔盐电解法, 助熔剂为冰晶石

( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) 和少量氟化镁 ( $\text{MgF}_2$ ), 氟主要以气态、蒸气或粉尘形式扩散出电解槽。生产过程中的防护措施主要为自然通风和机械通风。近 10 年车间空气中氟浓度几何均数为  $0.82 \text{ mg/m}^3$  ( $0.14 \sim 5.9 \text{ mg/m}^3$ ), 按国家卫生标准  $1 \text{ mg/m}^3$  (《工业企业设计卫生标准》TJ39-79) 计算, 超标率为 24.7%。

#### 1.2 观察对象及分组

氟接触组为某铝厂电解车间工人 65 名, 均为健康男性, 肝、肾及免疫系统无疾病史, X 射线检查均非工业性氟病患者 (GB2324-82), 其中工龄 > 5 年者 37 人 (高工龄组), 工龄 ≤ 5 年者 28 人 (低工龄组); 按接触组的年龄和构成比, 选从事服务行业的无有害因素职业接触史的男性 52 人为对照

[作者简介] 郭智勇 (1973-), 男, 讲师。

组。接触组平均年龄(29.6±4.4)岁, 对照组平均年龄(27.9±5.9)岁, 经检验, 两组在年龄、工龄、学历、吸烟和饮酒方面具有可比性, 且均无精神病史和长期服用镇静药史。

### 1.3 观察指标及方法

1.3.1 尿氟和血清氟浓度测定 取工人晨尿中段, 测定尿氟浓度; 取肘静脉血, 分离血清, 用于血清氟浓度测定。尿氟、血清氟浓度测定用氟离子选择电极法<sup>[2]</sup>。

1.3.2 神经行为功能测定 采用 WHO 推荐的 NCTB(包括情感状态问卷和操作行为调查)对接触组和对照组工人进行神经行为功能测试<sup>[3]</sup>。

### 1.4 资料处理

所收集的资料输入 FoxPro 数据库, 对 NCTB 各项目进行粗分的标准化, 再运用 SPSS 统计软件进行统计计算。

## 2 结果

### 2.1 工人血清氟和尿氟浓度

氟接触工人高工龄组与低工龄组血清氟、尿氟

浓度均明显高于对照组, 差异有非常显著性( $P < 0.001$ ), 其中血清氟浓度高工龄组又明显高于低工龄组工人( $P < 0.01$ )。尿氟浓度在工龄组间差异无显著性( $P > 0.05$ , 表 1)。

表 1 工人血清氟、尿氟浓度( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	血清氟(mg/L)	尿氟(mg/L)
接触组			
高工龄组	37	0.074 ± 0.011 <sup>△</sup>	0.994 ± 0.339 <sup>*</sup>
低工龄组	28	0.066 ± 0.008 <sup>*</sup>	1.012 ± 0.390 <sup>*</sup>
对照组	52	0.035 ± 0.007	0.687 ± 0.258

与对照组比较, \*  $P < 0.001$ ; 与低工龄组比较,  $\Delta P < 0.01$ 。

### 2.2 NCTB 测试结果

除视觉保留外, 高工龄组的各项测试标准分均明显低于对照组; 在情感状态、简单最快反应时、数字跨度、Santa Ana 提转敏捷度、目标追踪的打点总数方面, 低工龄组的测试标准分也明显低于对照组; 与低工龄相比较, 高工龄组的困惑 - 迷茫情

表 2 氟接触组与对照组 NCTB 测试比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	接触组		对照组(n=52)
	高工龄组(n=37)	低工龄组(n=28)	
情感状态			
紧张 - 焦虑	45.30 ± 9.62 <sup>**</sup>	47.05 ± 11.87 <sup>**</sup>	54.70 ± 8.08
压抑 - 忧郁	46.33 ± 9.55 <sup>**</sup>	47.19 ± 12.65 <sup>**</sup>	54.32 ± 8.60
愤怒 - 敌意	45.08 ± 12.24 <sup>**</sup>	46.63 ± 8.59 <sup>**</sup>	55.50 ± 7.71
有力 - 好动	45.03 ± 10.62 <sup>**</sup>	46.97 ± 7.14 <sup>**</sup>	55.34 ± 7.48
疲惫 - 懒惰	43.33 ± 9.18 <sup>**</sup>	45.22 ± 8.56 <sup>**</sup>	57.16 ± 6.57
困惑 - 迷茫	43.22 ± 8.50 <sup>△*</sup>	48.35 ± 9.48 <sup>**</sup>	55.06 ± 8.99
简单反应时			
平均	47.03 ± 12.94 <sup>*</sup>	49.70 ± 6.18	52.40 ± 8.69
最快	47.81 ± 12.59 <sup>*</sup>	48.70 ± 7.06 <sup>*</sup>	52.38 ± 8.93
最慢	48.86 ± 6.81	50.37 ± 4.34	50.74 ± 13.56
数字跨度	46.37 ± 8.99 <sup>**</sup>	48.41 ± 8.44 <sup>*</sup>	53.14 ± 10.91
Santa Ana 提转敏捷度			
利手	47.27 ± 8.55 <sup>**</sup>	47.26 ± 11.91 <sup>**</sup>	53.44 ± 9.14
非利手	47.81 ± 9.71 <sup>**</sup>	47.26 ± 9.07 <sup>**</sup>	52.92 ± 10.18
数字译码	47.27 ± 8.22 <sup>*</sup>	51.85 ± 10.26	50.98 ± 10.94
Benton 视觉保留	49.54 ± 9.43	49.26 ± 10.02	51.62 ± 8.54
目标追踪			
正确点数	49.68 ± 4.16	50.78 ± 5.12	49.78 ± 14.46
错误点数	46.41 ± 4.79 <sup>△*</sup>	50.35 ± 8.54	51.74 ± 6.84
合计总数	48.57 ± 6.87 <sup>*</sup>	48.35 ± 8.32 <sup>*</sup>	51.89 ± 8.72

接触组与对照组比较, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ ; 高工龄组与低工龄组比较,  $\Delta P < 0.05$ 。

感得分与目标追踪的错误点数明显低于对照组 ( $P < 0.05$ ), 其余大部分检测标准分也有下降的趋势, 但未达到显著性水平 ( $P > 0.05$ , 表 2)。

### 2.3 NCTB 与氟暴露水平之间的相关性

除视觉保留、数字译码外, 血清氟浓度与 NCTB 各项测试标准分均呈明显负相关(表 3)。

表 3 工人血清氟浓度与 NCTB 有关项目的相关性

X	Y	回归方程	r	t	P
血清氟	最快反应时	$Y = 53.39 - 68.49 X$	- 0.1593	1.709	< 0.05
血清氟	数字跨度	$Y = 55.78 - 117.70 X$	- 0.2741	3.017	< 0.01
血清氟	目标追踪总数	$Y = 53.35 - 69.41 X$	- 0.2277	2.475	< 0.05
血清氟	提转利手	$Y = 55.45 - 111.46 X$	- 0.2591	2.839	< 0.01
血清氟	提转非利手	$Y = 55.01 - 103.70 X$	- 0.2418	2.637	< 0.01
血清氟	紧张 - 焦虑	$Y = 58.76 - 178.63 X$	- 0.4190	4.883	< 0.001
血清氟	压抑 - 忧郁	$Y = 58.48 - 170.44 X$	- 0.3919	4.508	< 0.001
血清氟	愤怒 - 敌意	$Y = 59.16 - 186.21 X$	- 0.4339	5.096	< 0.001
血清氟	有力 - 好动	$Y = 58.81 - 197.20 X$	- 0.4214	4.918	< 0.001
血清氟	疲惫 - 懒惰	$Y = 63.14 - 267.38 X$	- 0.6199	8.360	< 0.001
血清氟	困惑 - 迷茫	$Y = 59.28 - 187.30 X$	- 0.4316	5.064	< 0.001

### 3 讨论

本研究表明, 接触组血清氟、尿氟浓度均显著高于对照组, 提示血清氟和尿氟浓度都可反映机体的氟接触状况, 但血清氟可比尿氟更清楚地表达机体的氟负荷与氟代谢情况。这可能是因为: 与血氟相比, 影响尿氟浓度因素较多, 如食物、饮水、饮茶及排汗等<sup>[4]</sup>。

氟对神经系统的直接毒性作用, 近年来受到研究者的注意<sup>[5]</sup>。地方性氟中毒患者可表现记忆力减退, 情绪不稳定, 头痛, 共济失调等中枢神经系统障碍, 这些症状提示, 氟中毒对中枢神经系统可有直接毒性作用<sup>[1]</sup>。本研究 NCTB 测试结果显示, 接触组的各项测试标准分与对照组间差异均有显著性, 尤其表现在注意力、听记忆、运动敏捷度与准确性下降及情感状态异常, 与地方性氟中毒患者的症状较为一致, 提示职业性氟接触对中枢神经系统高级功能损害明显, 既影响作业工人的认知功能, 又可以损害其运动功能。氟对中枢神经系统的损害可能存在一定的接触水平 - 效应关系。

相关性研究结果显示, 血清氟浓度与 NCTB 除视觉保留、数字译码外, 各项测试标准分均呈明显负相关, 进一步提示职业性氟接触与 NCTB 存在接触水平 - 效应关系, 神经行为功能测试可作为氟接触工人的一个早期健康监护指标。

#### 参考文献:

- [1] 谭郁彬. 氟对机体代谢及各系统的影响 [J]. 中国地方病防治杂志, 1994, 9 (3): 163 - 168.
- [2] 张海谋, 谭亮, 刘建东, 等. 微量尿与血清样品中氟的测定方法研究 [J]. 中国卫生检验杂志, 1997, 7 (5): 259 - 262.
- [3] 梁友信. 介绍 WHO 推荐的神经行为核心测试组合 [J]. 工业卫生与职业病, 1987, 13: 331 - 339.
- [4] 何凤生, 主编. 中华职业医学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999. 383 - 384.
- [5] 肖坚孝, 丁晟. 氟对神经系统的影响 [J]. 环境与健康杂志, 1997, 14: 141 - 143.

(收稿日期: 2001 - 03 - 06)