

## · 调查报告 ·

## 接触锰烟尘电焊作业工人对噪声的易感性

## Susceptibility of manganese smoke exposed welders to noise

张捷<sup>1</sup>, 严峥<sup>2</sup>, 冯鸿义<sup>1</sup>, 成敏<sup>2</sup>, 徐秀芬<sup>1</sup>, 陈献文<sup>1</sup>

(1. 江阴市疾病预防控制中心, 江苏 江阴 214434; 2. 江阴市远望医院, 江苏 江阴 214400)

**摘要:** 对某机械制造企业 72 名接触噪声作业人员进行纯音听力测试, 其中接触锰烟尘的 20 名电焊工为锰接触组, 其余 52 名机加工为对照组; 再根据噪声作业时间分为  $\leq 15$  年、 $>15$  年两个工龄段, 比较分析全部作业人员左耳与右耳、不同工龄段 0.5~6 kHz 6 个频率纯音气导听阈变化规律。结果显示,  $\leq 15$  年、 $>15$  年两个工龄段的两组作业人员的噪声暴露水平差异均无统计学意义 ( $t=23.61$ 、 $P=0.54$ ,  $t=24.45$ 、 $P=0.98$ );  $>15$  年工龄段 6 个频率的听力损失耳检出率均比  $\leq 15$  年工龄段高, 其中 2、3、4、6 kHz 两两比较差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 作业人员在  $\leq 15$  年以及  $>15$  年两个工龄段中, 锰接触组的 0.5、1、3、4、6 kHz 频率听力损失耳检出率均比对照组高, 并且在 3、4、6 kHz 两两比较差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 在  $>15$  年工龄段中, 锰接触组 1、2、3、4、6 kHz 频段听阈的中位数较对照组有升高的现象。提示接触锰烟尘的电焊作业人员对噪声有易感性, 并随着工龄的延长听力损失有加重趋势。

**关键词:** 电焊作业; 噪声; 锰; 听力损失

**中图分类号:** R135 **文献标识码:** B

**文章编号:** 1002-221X(2015)03-0202-03

**DOI:** 10.13631/j.cnki.zggyyx.2015.03.016

在我国工业生产迅猛发展的今天, 电焊作业几乎涉及所有的工业领域, 职业电焊工的数量急剧上升, 电焊作业职业危害也日趋突出。由于生产所用的某些焊丝和钢材中含有一定量的锰, 加之工作量大, 作业点较密集, 缺乏局部通风除尘排毒设施, 工作场所空气中锰浓度常常超过职业卫生限值标准, 神经毒物锰引起的职业中毒是危害严重的职业病。电焊作业的工作场所常有噪声暴露, 空气中锰暴露可能对听力系统损伤的联合作用常归因于噪声暴露, 从而忽视了锰对电焊作业人员听觉系统毒害的可能。本次通过回顾性调查研究, 探讨接触锰烟尘的电焊作业人员对噪声的易感性, 为完善电焊作业人群职业健康防护提供理论依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选择某企业噪声作业人员 72 人, 均为 8 h 白班工作制。其中接触锰烟尘的 20 名电焊工为锰接触组; 其余 52 名机加工为对照组 (只接触噪声)。锰接触组男性 18 人、女性 2 人,

年龄 21~49 岁、平均年龄 (35.00 $\pm$ 9.51) 岁; 对照组男性 49 人、女性 3 人, 年龄 21~53 岁、平均年龄 (33.31 $\pm$ 9.55) 岁。两组作业人员的年龄经  $t$  检验, 差异无统计学意义 ( $t=0.67$ 、 $P=0.77$ )。调查对象排除有心、肝、肾等器质性疾病的患者, 无外耳及中耳疾病, 无耳毒药物史, 无耳聋遗传史等。

72 名噪声作业人员 (144 耳) 根据接触噪声作业年限分为  $\leq 15$  年 (90 耳, 其中锰接触组 28 耳、对照组 62 耳)、 $>15$  年 (54 耳, 其中锰接触组 12 耳、对照组 42 耳) 两个工龄段。

### 1.2 方法

**1.2.1 现场测试** 采用 TES-1350A 数字式噪声计, 按工业企业噪声测试范围对作业场所进行噪声声级检测; 使用美国 GilAir5 型个人空气采样器, 按照工作场所空气中有害物质监测的采样规范对锰接触组作业场所空气进行 8 h 采样。

**1.2.2 听力测试** 由专科医师承担两组作业人员耳科检查以及纯音听力测试, 使用的丹麦麦德森 AD226 诊断型听力计经计量部门检测, 符合《电声学 测听设备 第 1 部分: 纯音听力计》(GB/T 7341.1—2010) 的要求。调查对象脱离噪声环境 12~20 h 后测定 0.5~6 kHz 6 个频段纯音气导听阈 (0.5 kHz、1 kHz、2 kHz 为语频, 3 kHz、4 kHz、6 kHz 为高频), 测听在本底噪声  $<30$  dB 的隔声室内进行, 纯音测听结果按《声学 听阈与年龄关系的统计分布》(GB/T 7582—2004) 进行年龄和性别修正。根据《职业性噪声聋诊断标准》(GBZ49—2007) 对纯音测听结果进行判断, 对于语频平均听阈  $\geq 26$  dB 达到听力损失的初次纯音测听者, 脱离噪声环境 1 周后进行复查, 根据复查结果进行统计, 按每个频段纯音气导听阈  $\geq 26$  dB 统计听力损失耳数, 计算检出率。

### 1.3 统计学处理

利用 Excel 建立数据库, 计算中位数。运用 SPSS12.0 统计软件中的配对  $t$  检验、卡方检验进行统计学分析, 以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 作业场所噪声声级水平

两组作业场所共检测噪声作业点 11 个, 锰接触组作业场所噪声  $L_{EX,8h}$  (86.93 $\pm$ 1.02) dB(A); 对照组作业场所噪声  $L_{EX,8h}$  (85.76 $\pm$ 1.40) dB(A)。噪声作业年限  $\leq 15$  年、 $>15$  年两个工龄段中的锰接触组及对照组作业人员作业场所累积噪声暴露水平经  $t$  检验差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。见表 1。

### 2.2 作业场所空气中锰浓度

接触组作业场所空气中锰浓度标本数 3 个 (测定 6 次),

收稿日期: 2014-09-28; 修回日期: 2015-04-22

基金项目: 江苏省卫生厅预防医学科研课题 (编号: Y2013011)

作者简介: 张捷 (1970—), 女, 副主任医师, 主要从事职业卫生工作。

表 1 两组噪声暴露情况

| 工龄    | 组别   | 噪声声级[ dB(A) ] | 平均工龄(年) | 累积噪声暴露水平      | <i>t</i> 值 | <i>P</i> 值 |
|-------|------|---------------|---------|---------------|------------|------------|
| ≤15 年 | 锰接触组 | 86.93±1.02    | 3.29    | 286.01±3.36   | 23.61      | 0.54       |
|       | 对照组  | 85.76±1.40    | 4.39    | 376.50±6.16   |            |            |
| >15 年 | 锰接触组 | 86.93±1.02    | 27.17   | 2361.98±27.75 | 24.45      | 0.98       |
|       | 对照组  | 85.76±1.40    | 21.76   | 1866.19±30.55 |            |            |

锰  $C_{TWA}$  平均浓度为 2.20 mg/m<sup>3</sup>，超过国家规定的锰及其无机化合物接触限值（0.15 mg/m<sup>3</sup>）。

2.3 听力测试

72 名（144 耳）噪声作业人员左耳与右耳 6 个频率听力损失耳数检出率相比，差异均无统计学意义（表 2）。噪声作业>15 年工龄段的 6 个频率听力损失耳检出率均比≤15 年高，在 2、3、4、6 kHz 频率差异有统计学意义。见表 3。

噪声作业工龄≤15 年中，锰接触组在 3、4、6 kHz 听阈值中位数均较对照组高，其中在 4 kHz 听阈值中位数较对照组有明显升高现象；工龄>15 年中，锰接触组在 1、2、3、4、6 kHz 听阈值中位数均较对照组高，其中在 3、4、6 kHz 听阈值中位数较对照组明显升高。见表 6。

表 2 双耳纯音气导听阈听力损失耳检出率比较

| 纯音气导<br>频率(kHz) | 左耳 |        |        | 右耳 |        |        | $\chi^2$ 值 | <i>P</i> 值 |
|-----------------|----|--------|--------|----|--------|--------|------------|------------|
|                 | 耳数 | 听力损失耳数 | 检出率（%） | 耳数 | 听力损失耳数 | 检出率（%） |            |            |
| 0.5             | 72 | 7      | 4.9    | 72 | 11     | 7.6    | 1.02       | 0.23       |
| 1               | 72 | 2      | 1.4    | 72 | 5      | 3.5    | 1.35       | 0.22       |
| 2               | 72 | 7      | 4.9    | 72 | 7      | 4.9    | 0.00       | 0.61       |
| 3               | 72 | 12     | 8.3    | 72 | 15     | 10.4   | 0.41       | 0.34       |
| 4               | 72 | 22     | 15.3   | 72 | 27     | 18.8   | 0.77       | 0.24       |
| 6               | 72 | 21     | 14.6   | 72 | 21     | 14.6   | 0.00       | 0.57       |

表 3 两工龄段 6 个频率听力损失耳数情况比较

| 纯音气导<br>频率(kHz) | 工龄≤15 年 |        |        | 工龄>15 年 |        |        | $\chi^2$ 值 | <i>P</i> 值 |
|-----------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|------------|
|                 | 耳数      | 听力损失耳数 | 检出率（%） | 耳数      | 听力损失耳数 | 检出率（%） |            |            |
| 0.5             | 90      | 8      | 8.9    | 54      | 10     | 18.5   | 2.86       | 0.78       |
| 1               | 90      | 3      | 3.3    | 54      | 4      | 7.4    | 1.21       | 0.24       |
| 2               | 90      | 4      | 4.4    | 54      | 10     | 18.5   | 7.62       | 0.01       |
| 3               | 90      | 9      | 10.0   | 54      | 18     | 33.3   | 12.10      | 0.00       |
| 4               | 90      | 23     | 25.6   | 54      | 26     | 48.1   | 7.67       | 0.01       |
| 6               | 90      | 17     | 18.9   | 54      | 25     | 46.3   | 12.30      | <0.01      |

表 4 工龄≤15 年两组作业人员 6 个频率听力损失耳数情况比较

| 纯音气导<br>频率(kHz) | 锰接触组 |        |        | 对照组 |        |        | $\chi^2$ 值 | <i>P</i> 值 |
|-----------------|------|--------|--------|-----|--------|--------|------------|------------|
|                 | 耳数   | 听力损失耳数 | 检出率（%） | 耳数  | 听力损失耳数 | 检出率（%） |            |            |
| 0.5             | 28   | 4      | 14.3   | 62  | 4      | 6.5    | 1.46       | 0.21       |
| 1               | 28   | 2      | 7.1    | 62  | 1      | 1.6    | 1.83       | 0.23       |
| 2               | 28   | 1      | 3.6    | 62  | 3      | 4.8    | 0.73       | 0.63       |
| 3               | 28   | 6      | 21.4   | 62  | 3      | 4.8    | 5.90       | 0.02       |
| 4               | 28   | 14     | 50.0   | 62  | 9      | 14.5   | 12.77      | <0.01      |
| 6               | 28   | 12     | 42.9   | 62  | 5      | 8.1    | 15.24      | <0.01      |

表 5 工龄>15 年两组作业人员 6 个频率听力损失耳数情况比较

| 纯音气导<br>频率(kHz) | 锰接触组 |        |        | 对照组 |        |        | $\chi^2$ 值 | <i>P</i> 值 |
|-----------------|------|--------|--------|-----|--------|--------|------------|------------|
|                 | 耳数   | 听力损失耳数 | 检出率（%） | 耳数  | 听力损失耳数 | 检出率（%） |            |            |
| 0.5             | 12   | 5      | 41.7   | 42  | 5      | 11.9   | 5.48       | 0.33       |
| 1               | 12   | 2      | 16.7   | 42  | 2      | 4.8    | 1.93       | 0.21       |
| 2               | 12   | 2      | 16.7   | 42  | 8      | 19.0   | 0.35       | 0.61       |
| 3               | 12   | 8      | 66.7   | 42  | 10     | 23.8   | 7.71       | 0.01       |
| 4               | 12   | 10     | 83.3   | 42  | 16     | 38.1   | 7.65       | 0.01       |
| 6               | 12   | 9      | 75.0   | 42  | 16     | 38.1   | 5.01       | 0.03       |

表 6 两组作业人员 6 个频段纯音气导听阈情况

| 工龄    | 组别   | 耳数 | 纯音气导听阈(中位数) |       |       |       |       |       |
|-------|------|----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |      |    | 0.5 kHz     | 1 kHz | 2 kHz | 3 kHz | 4 kHz | 6 kHz |
| ≤15 年 | 锰接触组 | 28 | 24.0        | 19.0  | 18.5  | 19.0  | 27.0  | 20.5  |
|       | 对照组  | 62 | 24.5        | 20.0  | 19.0  | 17.5  | 19.0  | 19.0  |
| >15 年 | 锰接触组 | 12 | 22.5        | 19.0  | 19.5  | 34.5  | 43.5  | 40.5  |
|       | 对照组  | 42 | 23.0        | 18.0  | 17.0  | 17.0  | 20.0  | 20.0  |

3 讨论

本次调查发现噪声作业环境中接触锰烟尘的电焊作业人员比单纯接触噪声的工人更容易引起听力损伤,并且随着工龄的延长,听力损伤加重的程度更明显。

在≤15 年工龄段,锰接触组在 0.5、1、3、4、6 kHz 频率听力损失耳检出率均比对照组高;在 3、4、6 kHz 听阈值中位数较对照组高,其中在 4 kHz 听阈值中位数较对照组升高明显,并且在 3、4、6 kHz 频率听力损失耳检出率两两比较差异有统计学意义。这与耳蜗的解剖和生理特性相符,即无论刺激因素是经前庭窗还是由血行入耳蜗,都是率先到达底回,首当其冲地影响高频(3、4、6 kHz),故噪声性听力损伤早期仅表现为高频损失,本次调查也初步发现了在噪声高暴露环境中,接触锰烟尘的电焊作业工人对噪声有易感性,高频听力损失发生更早。

在>15 年工龄段,锰接触组有 5 个频率(1、2、3、4、6 kHz)纯音气导听阈值中位数较对照组高,其中在 3、4、6 kHz 听阈值中位数较对照组升高明显。内耳耳蜗中的毛细胞、螺旋神经节细胞(SGC)在声音的形成过程中起着重要作用。付勇<sup>[1]</sup>等研究发现,在相同噪声条件下,耳蜗底回末段基底膜中毛细胞有严重损伤时未发现明显的 SGC 的缺失,可见当噪声未引起严重的耳蜗形态学变化时,SGC 不会有明显的损害。Ma 等<sup>[2]</sup>报道大鼠内耳中存在金属转运蛋白,可以引起锰在内耳的蓄积。Dalian 等<sup>[3]</sup>发现锰先后选择性地损害耳蜗中的 SGC、毛细胞,存在着明显的时间和浓度依赖性。噪声作业环境中电焊工随着锰烟尘的长期接触,可以引起锰在内耳的蓄积,锰和噪声同时损伤耳蜗的 SGC、毛细胞,可能是造成听力损伤加重的一个重要原因。

本次调查结果还表明,噪声作业人员双耳 6 个频率听力损失耳检出率相比差异均无统计学意义;噪声作业>15 年工龄段的 6 个频率听力损失耳检出率均比≤15 年高,在 2、3、4、6 kHz 频率差异有统计学意义,说明噪声对作业人员左、右耳听觉功能的损害是相当的,并且噪声对听觉功能的影响程度随着接触噪声时间延长而递增。

慢性锰中毒常见于锰矿工人或电焊工人,其中毒机制尚未完全阐明<sup>[4-6]</sup>。Long 等<sup>[7]</sup>发现电焊工接触的空气锰浓度较低,锰暴露的时间较短,但与接触高浓度锰的熔炉工比较,能引起更广泛的大脑神经影像变化,这说明接触锰的类型(微粒大小、烟雾)以及锰的接触途径在锰诱导的大脑毒性效应中扮演着重要角色。目前锰中毒的早期诊断还存在着一定的困难,由于慢性锰中毒发病存在明显个体差异,筛查易感者使之早期脱离接触,是更为积极、有效的“原生级预防”。本次调查锰接触组未发现中枢神经系统锥体外系受损和震颤麻痹症状,但发现接触锰烟尘的电焊作业人员对噪声有易感性,并随着工龄的延长听力损失有明显加重趋势。听力听阈值改变是否为锰中毒的早期检测指标是今后继续研究的方向,日后可扩大样本量,利用畸变产物耳声发射检查(DPOAE)研究听阈值,为完善职业性噪声暴露和同时接触电焊锰烟尘行业的听力保护提供理论依据。

参考文献:

[1] 付勇, 龚树生, 薛秋红, 等. 强噪声暴露后大鼠听觉电生理及形态学改变 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2008, 22 (11): 509-512.

[2] Ma C, Schneider S N, Miller M, *et al.* Manganese accumulation in the mouse ear following systemic exposure [J]. J Biochem Mol Toxicol, 2008, 22: 305-310.

[3] Dalian D, Jerome R, Richard S. Manganese is toxic to spiral ganglion neurons and hair cells in vitro [J]. Neurotoxicology, 2011, 32 (2): 233-241.

[4] 郑安, 牛丕业. 锰对神经细胞凋亡的影响 [J]. 山西医科大学学报, 2009, 40 (9): 797-799.

[5] 徐强, 董大海, 缪珊, 等. 锰对 PC12 细胞的增殖抑制与凋亡研究 [J]. 现代生物医学进展, 2012, 12 (5): 836-839.

[6] 钟华敏, 骆明勇, 谢永强. 短期锰接触对成年大鼠抗氧化功能的影响 [J]. 职业与健康, 2010, 26 (24): 2901-2904.

[7] Long Z, Jiang Y M, Li X R, *et al.* Vulnerability of welders to manganese exposure—A neuroimaging study [J]. Neurotoxicology, 2014, 45: 285-292.

保护劳动者健康是全社会的共同责任