

• 论 著 •

# 中低剂量噪声暴露与工人高频听力损伤的剂量-反应关系

赵一鸣<sup>1</sup> 陈山松<sup>2</sup> 陆同武<sup>3</sup> 范雪<sup>3</sup> 史志澄<sup>1</sup>

**提 要** 本文在 120 名接触中低剂量噪声、未出现语频听损的工人中发现高频听力损伤 42 人(经年龄性别校正,患病率 35.0%),累积噪声暴露量由 <75dB(A) 增加至 >95dB(A) 时,高频听力损伤患病率由 6.3% 上升至 53.3%。用 Logistic 回归模型进一步观察到累积噪声暴露量增加 1dB(A) 时,调整后的 Odds Ratio 为 1.136 ( $P=0.001$ ),证实中低剂量噪声暴露与高频听力损伤之间存在剂量-反应关系,长期接触中低剂量噪声可在一定程度上引起高频听力损伤。

**关键词** 高频听力损伤 剂量-反应关系 Logistic 回归模型 中低剂量噪声

现已证实长期接触中高剂量噪声可以引起听力损伤,且累积噪声暴露量与高频听力损伤患病率之间存在剂量-反应关系<sup>[1,2]</sup>。本文采用类似的方法对接触中低剂量噪声的工人进行了观察,以了解其是否也存在剂量-反应关系。

## 1 对象与方法

调查对象为某厂制氧、制罐等车间的 150 名操作工。选择接触噪声作业工龄半年以上、工作前未患过听觉系统疾病的 120 名工人作为研究对象,其中 75 人在 >85dB(A)、45 人在 <75dB(A) 的环境中工作,平均年龄 31.4 ± 8.4 岁,噪声作业工龄 10.0 ± 8.9 年。调查内容包括一般情况、职业史(包括工时记录等)、个体防护、个人及家庭疾病史、吸烟习惯(每日吸烟 1 支及以上者为阳性)等。由经过培训的劳动卫生医师负责询问并填写调查表。用 Madsen NTB-40 型听力计(经中国计量院校正)按 GB7583-87 在工人脱离噪声 16 小时以后测量左、右耳 125Hz~8kHz 的纯音气导听阈。用 ISO1999:1990(E) 附录 A 中不接触噪声人群不同年龄、性别各频率的平均听阈校正工人的实际测定听阈<sup>[3]</sup>。语频听力损伤判定标准为 500Hz、1kHz 和 2kHz 经校正的平均听阈左、右耳均 >25dB; 高频听力损伤为 3kHz、4kHz 和 6kHz 中任一频率经校正的纯音听阈

≥25dB。用红声器材厂的 HS 5670 型脉冲积分声级计测定车间内工人工作岗位耳高度噪声声压级。累积噪声暴露量按以下等能量公式计算<sup>[1]</sup>:

$$\text{累积噪声暴露量} = 10 \log \left[ \sum 10^{0.1 \times \text{噪声声压级}} \times \text{噪声作业工龄} \times \text{每日工作小时} \div 8 \right]$$

累积噪声暴露量为 dB(A) 年,噪声声压级为 dB(A),噪声作业工龄为年。

调查结果输入 IBM 微机,用 SPSS PC+V3.0 软件包和 EGRET V2.1 软件包分别计算均数、听力损伤患病率及 Odds Ratio (OR),并做卡方检验和 Logistic 回归分析。

## 2 结果

两个车间共测定 27 个噪声点,噪声性质为连续稳态噪声,平均声压级 86.6dB(A) [79.3~92.8dB(A)]; 其他车间平均声压级 <75dB(A),累积噪声暴露量为 90.6 ± 8.1dB(A) 年。所有工人均未曾使用耳塞或耳罩等个体防护用品。

在 120 名工人中发现高频听力损伤 42 人,高频听力损伤患病率为 35.0%; 未发现语频听力损伤患者。由表 1 和图可见,随着累积

1. 北京医科大学第三医院 (100083)
2. 郑州市职业病防治所
3. 中国石化长城高级润滑油公司

噪声暴露量的逐渐增加,高频听力损伤患病率明显升高,呈典型的剂量-反应关系,  $P < 0.05$ 。同时发现,吸烟工人的高频听力损伤患病率明显高于不吸烟工人,  $P < 0.05$  (见表2)。由图可见,累积噪声暴露量与高频听力损伤的趋势符合S型曲线的起始段和上升段,因而选用Logistic回归模型进一步分析工人接触噪声剂量与高频听力损伤的剂量-反应关系。模型中高频听力损伤(是=1,否=0)和吸烟(是=1,否=0)为二分变量,累积噪声暴露量为连续变量。

表3为Logistic回归模型分析结果。其中累积噪声暴露量的OR值为1.1360 ( $P = 0.001$ ),提示噪声暴露与高频听力损伤之间存在剂量-反应关系,与单因素分析结果一致。此外,吸烟的OR值为2.001 ( $P = 0.102$ ),低于单因素分析结果( $OR = 2.73$ ),可能与两组间噪声暴露不均衡有关。表4用前进法比较了预报变量进入模型时偏回归系数的变化,可见累积噪声暴露量的偏回归系数没有明显的改变,噪声暴露是引起高频听力损伤独立的危险因素。

### 3 讨论

本次调查在接触中低剂量噪声而尚未出现语频听损的职业人群中观察到累积噪声暴露量与高频听力损伤患病率之间已经出现剂量-反应关系,这一结果与丁氏<sup>[1]</sup>等在接触中高剂量噪声人群中得到的剂量-反应关系能够相互衔接。由图可见,本次所得的剂量-反应

表1 累积噪声暴露量与高频听力损伤患病率的关系

累积噪声暴露量	高频听损	总人数	高频听损患病率 (%)
>95	24	45	53.3
90~	12	40	30.0
85~	4	13	30.8
80~	1	5	20.0
75~	0	1	0.0
<75	1	16	6.3
合计	42	120	35.0

注:高频听力损伤经年龄、性别校正

$\chi^2 = 14.036, df = 5, P < 0.05$

表2 吸烟与高频听力损伤患病率的关系

吸烟史	高频听损	总人数	高频听损患病率 (%)
有	20	41	48.8
无	22	79	27.9
合计	42	120	35.0

注:高频听力损伤经年龄、性别校正  $\chi^2 = 5.16, df = 1, P < 0.05$

表3 累积噪声暴露量、吸烟与工人高频听力损伤的Logistic回归模型

项目	偏回归系数	SE	P值	Odds Ratio
常数项	-12.61	3.66	—	—
累积噪声暴露量	0.127	0.039	0.001	1.136
吸烟	0.694	0.425	0.102	2.001

注:高频听力损伤经年龄、性别校正

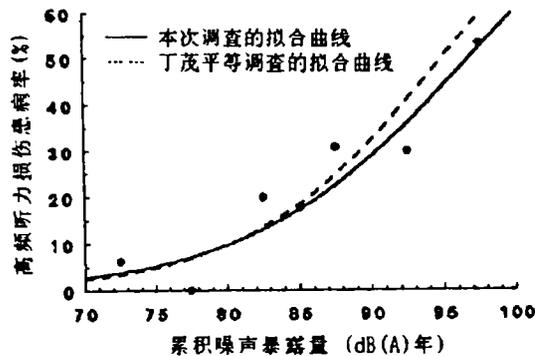


图 中低剂量噪声暴露与工人高频听力损伤患病率的剂量-反应关系及Logistic回归拟合结果的比较

表4 Logistic回归模型中吸烟对累积噪声暴露量偏回归系数的影响

累积噪声暴露量	吸烟
0.1320	
0.1273	0.6938

曲线与丁氏结果向低剂量外推的曲线十分接近。丁氏调查模型累积噪声暴露量的偏回归系数为0.152,而本次结果偏回归系数的95%可信限范围为0.051~0.203,覆盖了丁氏的偏

回归系数,表明两个调查虽然对接触不同噪声剂量的两个人群分别进行了独立的研究,但结果却能互相吻合、相互印证。提示目前采用的方法可以比较真实地反映工人噪声暴露与听力损伤的关系,具有较好的重现性。这两个研究都采用累积噪声暴露量评价噪声暴露,其基础是等能量原理。该原理直接由物理学外推而来,能否用于噪声生物效应的评价,学术界争论多年,尚无定论。以往的研究主要采用TTS作为评价终点,各国学者对此多持异议,而用PTS的研究很少<sup>(4)</sup>。本文与丁氏的研究都采用PTS作为判定终点,并能互相衔接,提示稳态噪声长期暴露所引起的高频听力损伤很可能符合等能量原理。

本文证实长期接触中低剂量噪声虽未对语频造成明显的损伤,但已有部分工人出现高

频听力改变。在条件许可的情况下,应考虑对这一部分工人加强卫生宣教,提高自我保护意识,同时为工人提供适用的个体防护用品,以实现保护劳动力、提高人群生活质量的最终目的。

#### 4 参考文献

- 1 丁茂平,等. 脉冲与稳态噪声引起工人听力损伤差异的研究. 中华劳动卫生职业病杂志 1995; 13 (2): 72
- 2 刘家驹,等. 工业噪声对人体影响的调查研究. 中华预防医学杂志 1984; 18 (2): 98
- 3 ISO. 1999: Acoustics-determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment, 2nd ed. Geneva. ISO. 1990
- 4 Suter A. H. The relationship of the exchange rate to noise-induced hearing loss. Noise/News International 1993; 1 (3): 131~151

(收稿: 1995-08-31 修回: 1995-11-20)

### • 短篇报道 •

## 氯磺化聚乙烯防腐涂料所致爆炸事故调查

铜陵市职业病防治所 (244000) 孟云 甄学华 洪方胜

某建筑公司使用乡镇企业生产的氯磺化聚乙烯防腐涂料,出现爆炸事故,对此我们进行调查。

该涂料主要成分是氯磺化橡胶与聚乙烯反应的产物,涂刷于物体上形成一层保护膜起防腐作用。主要溶剂是甲苯、二甲苯、丙酮。

在新建的污水处理池施工中,使用该涂料涂刷池内墙壁。污水池建在地下,长方形体积 $3.6 \times 2.2 \times 2.9 \text{m}^3$ ,有一个 $0.7 \times 0.7 \text{m}^2$ 的人孔供出入。池内有三道循环墙。施工时装一鼓风机送气。无个人防护用品。工人入内作业约10分钟,因强烈呼吸道刺激症状而撤离。之后他们分成两组轮换作业,工作约1小时停工。次日,我们下池监测(采样前工人涂刷5分钟撤离)。池内空气中苯、甲苯和二甲苯浓度分别高达 $1\ 034.88 \text{mg}/\text{m}^3$ 、 $1\ 315.32 \text{mg}/\text{m}^3$ 和 $1\ 759.20 \text{mg}/\text{m}^3$ 。

三苯浓度极高,我们责令停工。隔日,施工单位配备活性炭防毒口罩,便自行施工。3名工人进入一个没有涂刷过的污水处理池作业(体积、内部建筑同前池),涂刷3~5分钟,上池休息15分钟。工作约2小时20分钟,涂料用量约25kg时,突然发生爆炸事故,致在

场工人2死1伤。

爆炸前空气监测三苯浓度很高,遗憾的是没监测丙酮的空气浓度。丙酮、苯、甲苯、二甲苯的爆炸极限分别是:2.6%~12.8%、1.4%~8%、1.2%~7%、1.6%~6.4%,污水处理池的体积约 $23 \text{m}^3$ ,由此推测爆炸时丙酮、三苯空气浓度超过 $10\ 000 \text{mg}/\text{m}^3$ 。因作业时间短暂,配备个人防护用品,没有发生急性苯混合物中毒事故。

这次爆炸事故对我们劳动卫生医师教训是深刻的。因该涂料的溶剂是甲苯、二甲苯、丙酮。由于丙酮的毒性是工业溶剂中最小的,所以我们只测了作业场所空气中三苯浓度,当测出三苯浓度很高时,预防的焦点只是苯系物的急性中毒,而忽略了丙酮是高度易燃、易爆物品,三苯也是易燃、易爆物质。

本次事故告诫我们,对易燃、易爆的有毒有害物质,在相对密闭的环境中,空气浓度很高时,其易燃易爆属性危害大于毒性作用。应在防爆前提下,采取防毒措施。

(收稿: 1995-02-28 修回: 1995-08-07)

## Abstracts of Original Articles

### **A dose-response relationship for mid-low level noise induced high frequency hearing loss in workers**

**Zhao Yiming, et al**

Forty two cases of high frequency noise induced hearing loss (HFNIHL, adjusted by age and sex) were found in 120 workers exposed to mid-low level noise with a prevalence at 35.0%. No case of low frequency noise induced hearing loss was found in the same population. An increase of the prevalence of HFNIHL from 6.3% to 53.3% was found with the cumulative noise exposure was increased from <75 dB(A). year to >95 dB(A). year. A logistic regression model was used to observe its dose-response relationship. It was demonstrated that the adjusted odds ratio for HFNIHL was 1.136 after 1 dB(A) increase of noise exposure which showed statistical significance ( $P = 0.001$ ). It suggested that there was a dose-response relationship between the mid-low level noise exposure and the HFNIHL.

**Key words:** cumulative noise exposure, dose-response relation, high frequency noise induced hearing-loss, logistic regression model, mid-low level noise exposure

### **The preliminary study on serum cuprozinc-superoxide dismutase levels in workers exposed to carbon disulfide**

**Jian Le, et al**

An enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) was performed in 64 workers at a viscose rayon factory to detect their serum cuprozinc-superoxide dismutase (CuZnSOD) levels. The results showed that the average

levels of CuZnSOD in workers exposed to carbon disulfide (CS<sub>2</sub>) both above and below 10 mg/m<sup>3</sup> were higher than those of the control group ( $P < 0.0001$ ) and showed some dose-effect relationship. The contents of SOD in the filtering apparatus cleaners and spinners were distinctly high. Influence of aging and length of service was also discussed. It is suggested that serum SOD might be an objective indicator for monitoring the workers' health.

**Key words:** carbon disulfide (CS<sub>2</sub>), enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), superoxide dismutase (SOD)

### **Reproductive hazards among butadiene-styrene rubber workers**

**Wu Weiai, et al**

A epidemiological investigation on reproductive hazards among butadiene-styrene rubber workers has been conducted in the study. The results showed that the incidences of pernicious vomiting and birth defects in female workers, and the incidences of stillbirth and birth defects in wives of male workers were statistically higher than those in controls.

**Key words:** butadiene-styrene rubber, epidemiology, reproductive hazard

### **Investigation on pneumoconiosis in coal-mine and iron-mine workers after stopping dust-exposure**

**Gao Yanhua, et al**

With typical sampling method, a descriptive epidemiological investigation on the distribution and the progress of the pneumoconiosis in coal-mine and iron mine workers after stopping dust-exposure was performed. The res-