

两种测量方法评价稳态噪声暴露与高频听力损伤的剂量-反应关系

成小如¹, 陈山松², 李玉秦², 赵一鸣¹

(1. 北京大学第三医院, 北京 100083; 2. 郑州市职业病防治研究所, 河南 郑州 450053)

摘要: 目的 比较环境噪声水平、个体噪声暴露和累积噪声暴露量评价稳态噪声所致听力损伤剂量-反应关系的优劣。方法 用个体计量仪采集 8 小时工作期间挡车工的噪声暴露数据, 并将数据传输至微机存储和分析。选择细纱、布机车间使用不同类型机器的 4 组工人作为观察对象, 每组选择 3~5 人, 分别在早、中、晚班各测量 1 个班次的个体噪声暴露数据; 用网格法和普通声级计测量每组工人工作环境的噪声水平, 同时对该纺织厂接触稳态噪声的 163 名工人进行了问卷和听力检查。结果 经年龄、性别校正后的高频听力损伤患病率为 64.4%; 语频听力损伤患病率为 2.5%, 其中高频听力损伤患病率随噪声暴露的剂量增大而升高, 呈现典型的剂量-反应关系。经趋势卡方检验和 Logistic 回归模型拟合, 累积噪声暴露量评价剂量-反应关系的效果优于噪声级, 个体噪声暴露的效果优于环境噪声水平。结论 个体噪声暴露和累积噪声暴露量是评价稳态噪声暴露与高频听力损伤剂量-反应关系最好的暴露评价指标。

关键词: 个体计量仪; 高频听力损伤; 语频听力损伤; 累积噪声暴露量; Logistic 回归模型

中图分类号: R135; TB53 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2001)05-0263-03

Dose-response relationship for continuous noise induced high frequency hearing loss with two different noise measurements and assessments in textile workers

CHENG Xiao-ru¹, CHEN Shan-song², LI Yu-qin², ZHAO Yi-ming¹

(1. Third Hospital of Peking University, Beijing 100083, China; 2. Institute of occupational Diseases in Zhengzhou City of Henan Province, Zhengzhou, 450053, China)

Abstract; Objective Comparing dose-response relationship for continuous noise induced hearing loss with sound pressure level, $L_{Aeq, 8h}$ and cumulative noise exposure. **Methods** Four groups of textile workers were designed as investigating subjects, three to five workers were selected to measure $L_{Aeq, 8h}$ with dosimeter for each group in each shift work day. $L_{Aeq, 1min}$ were measured with sound level meter and lattice sampling method in same workshops. Questionnaire and hearing measurement were carried out in the 163 textile workers. **Results** The adjusted prevalence of high frequency noise induced hearing loss (HFNIHL) was 64.4% (105/163), and the adjusted prevalence of low frequency noise induced hearing loss was 2.5% (4/163). The prevalence of HFNIHL was increased in higher noise exposure groups, that means there was a typical dose-response relationship for noise induced HFNIHL in the continuous noise exposure population. Trend chi-square and logistic model analysis showed that cumulative noise exposure (CNE) and $L_{Aeq, 8h}$ assessment model was better than other models by dose-response assessment. **Conclusion** CNE and $L_{Aeq, 8h}$ assessment model is one of the best potential candidate models for assessing industrial continuous noise exposure, it needs more observation in different kinds of industrial noise exposure population to confirm the hypothesis.

Key words: Cumulative noise exposure; Dosimeter; High frequency noise induced hearing loss; Logistic regression model; Low frequency noise induced hearing loss

在噪声暴露与听力损伤关系研究中, 噪声测量数据是否与工人的实际噪声暴露情况相符直接关系到剂量-反应关系评价的结果。我们在前期工作中发现, 纺织厂部分工人的个体噪声暴露水平高于同一环境噪声测量水平。针对这一发现, 我们观察了某纺织厂工

人噪声暴露与听力损伤的剂量-反应关系, 并以剂量-反应关系拟合效果作为评价两种噪声测量和评价方法优劣的准绳。

1 对象与方法

调查对象为某纺织厂布机车间和细纱车间接触稳态噪声 1 年以上的工人共 163 人, 平均年龄 (31.5 ± 8.7) 岁, 平均接触噪声工龄 (12.7 ± 8.4) 年。用网格法和 HS 5670 声级计在车间内同一种机器分布的区域内工人耳高度测量 1 分钟等效连续 A 声级

收稿日期: 2001-02-12; 修回日期: 2001-04-09

基金项目: 卫生部科研基金 (98-1-270); 声场声信息国家重点实验室客座课题基金和 NIH Fogarty 项目 (SA1873B)

责任作者: 赵一鸣

($L_{Aeq, 1min}$), 计算每种机器生产环境噪声的均值及标准差。在使用每种机器的工人中选择 3~5 人, 用国产 SH-126 记录式声级计测量每个工人的个体噪声暴露数据。该仪器随身携带, 每隔 0.2 s 从固定在耳附近的话筒中采集 1 次噪声数据, 并将结果放入内存, 每隔 10 min 记录 1 组数据, 共 8 h。通过 RS-232 串口将收集的数据输入 IBM 微机并储存。测量数据用 SH126.exe 软件绘制工作期间噪声暴露水平动态变化的直方图, 并计算 8 h 等效连续 A 声级 ($L_{Aeq, 8h}$)。分别计算每个工人早、中、晚班的噪声暴露水平及其标准差和每组工人在各班次中的噪声暴露水平及其标准差。用方差分析检验班次间和工人间噪声暴露水平是否存在差异, 在证明班次间和工人间噪声暴露水平差异无显著性的基础上, 将所有测量数据合并, 作为该组工人的噪声暴露数据。按等能量原理, 分别将 $L_{Aeq, 1min}$ 和 $L_{Aeq, 8h}$ 与噪声作业工龄合并为累积噪声暴露量 (cumulative noise exposure, 简称 CNE)^[3]。

由经过统一培训的劳动卫生医师负责询问、体检并填写调查表。询问包括一般情况、职业史、个体防护、个人和家族疾病史、吸烟等。其中每日吸烟 1 支及以上者为吸烟者。体检为一般耳科检查和测量纯音气导听阈。按 GB7583-87, 用听力计在工人脱离噪声作业 16h 以后测量左、右耳 250 Hz~8 kHz 的纯音气导听阈。用 ISO 1999: 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^[1]。对 500 Hz、1 kHz 和 2 kHz 经校正的平均纯音听阈左、右耳均 > 25 dB 者诊断为语频听力损伤; 3 kHz、4 kHz 和 6 kHz 中任一频率经校正

的纯音听阈 ≥ 25 dB 者为高频听力损伤 (high frequency noise induced hearing loss, 简称 HFNIHL)。所有数据量化后, 用 Epi Info 软件二次录入计算机。用 SPSS 软件计算 CNE、对听阈做年龄性别校正、计算高频和语频听力损伤患病率, 用 Epi Info 软件做趋势卡方检验, 用 EGRET 软件做非条件 Logistic 回归。

2 结果

该厂布机和细纱车间在厂房的不同区域分别集中安装了新、旧两类共 4 种机器, 每个工人固定使用一种机器。由表 1 可见, 用网格法和声级计测量的车间环境噪声水平 ($L_{Aeq, 1min}$) 与以往文献报道一致, 其水平低于用个体计量仪测定的个体噪声暴露水平 ($L_{Aeq, 8h}$), 两者相差 0.5~4.6 dB (A)。

表 1 各组挡车工声级计和个体计量仪噪声测定结果的比较 dB (A)

车间	机器型号	机器 新旧	声级计	个体计量仪
			$L_{Aeq, 1min}$	$L_{Aeq, 8h}$
布机	ZA205i 型织布机	新	97.6 ± 1.3	98.1 ± 2.1
布机	1511 型织布机	旧	100.8 ± 0.5	105.4 ± 2.2
细纱	FA507A 型细纱机	新	96.7 ± 0.8	99.5 ± 2.2
细纱	130I 型细纱机	旧	94.4 ± 0.7	96.1 ± 2.7

问卷调查和现场观察证实, 被调查的工人均未使用个体防护用具。体检发现高频听力损伤 105 人, 患病率为 64.4%; 语频听力损伤 4 人, 患病率为 2.5%。由于语频听力损伤的实际人数很少, 不宜做剂量-反应关系研究, 故仅选用高频听力损伤作为剂量-反应关系研究的评价指标。

表 2 4 种噪声测量指标评价稳态噪声与工人高频听力损伤患病率的剂量-反应关系

噪声 dB (A)	$L_{Aeq, 1min}$		$L_{Aeq, 8h}$		CNE $_{L_{Aeq, 1min}}$		CNE $_{L_{Aeq, 8h}}$		
	患病人数	患病率 (%)	患病人数	患病率 (%)	患病人数	患病率 (%)	患病人数	患病率 (%)	
90~	12	31.6	—	—	1	20.0	1	11.1	
95~	30	65.2	38	48.1	3	27.3	—	—	
100~	63	79.7	17	89.5	10	34.5	7	30.4	
105~	—	—	50	78.1	39	65.0	20	50.0	
110~	—	—	—	—	49	89.1	30	76.9	
115~	—	—	—	—	3	100.0	47	90.0	
		$\chi^2_{趋势} = 24.6, P < 0.01$		$\chi^2_{趋势} = 15.7, P < 0.01$		$\chi^2_{趋势} = 36.1, P < 0.01$		$\chi^2_{趋势} = 42.2, P < 0.01$	

由表 2 可见, 随 4 种噪声测量指标的升高, 工人高频听力损伤患病率均逐渐升高, 呈典型的剂量-反应关系, 以趋势卡方值作为估计剂量-反应关系优劣的标志, CNE 优于 L_{Aeq} , CNE $_{L_{Aeq, 8h}}$ 优于 CNE $_{L_{Aeq, 1min}}$ 。

图 1、图 2 比较了 L_{Aeq} 和 CNE 与工人高频听力损伤患病率的关系, 其中 S 型曲线是 Logistic 回归模型

的拟合曲线。图 1 中实心圆点是个体暴露与高频听力损伤患病率的实测值, 空心圆点是环境噪声与高频听力损伤患病率的实测值; 图 2 中实心圆点和实线表示 CNE $_{L_{Aeq, 8h}}$ 与高频听力损伤的剂量-反应关系, 其拟合效果在低噪声暴露剂量区域优于空心圆点和虚线表示的 CNE $_{L_{Aeq, 1min}}$ 与高频听力损伤的剂量-反应关系。可见图

2 的剂量-反应关系明显优于图 1, 提示 CNE 评价剂量-反应关系优于 L_{Aeq} 。表 3 是图 2 中两条剂量-反应关系拟合曲线的 Logistic 回归模型, 其中 $CNE_{L_{Aeq, 8h}}$ 的 P 值为 0.038, 低于 $CNE_{L_{Aeq, 1min}}$ 的 0.045, 同样支持

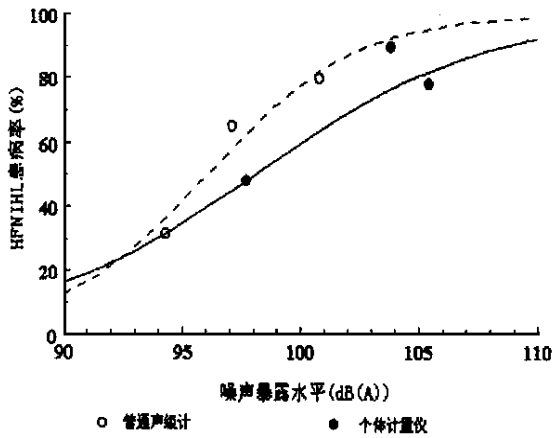


图 1 环境噪声水平和个体噪声暴露水平评价稳态噪声暴露与纺织工人高频听力损伤患病率剂量-反应关系的比较

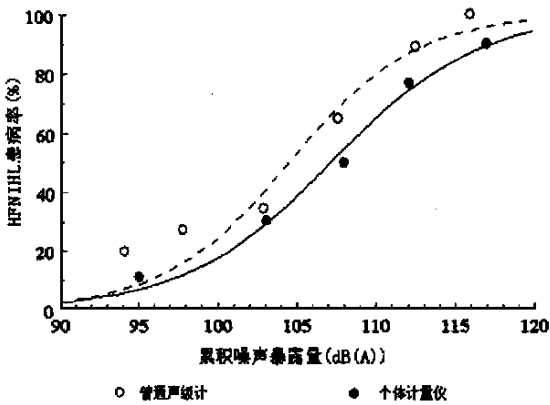


图 2 用环境噪声和个体噪声暴露数据计算的累积噪声暴露量评价稳态噪声暴露与纺织工人高频听力损伤患病率剂量-反应关系的比较

表 3 由普通声级计测得的累积噪声暴露量与接触稳态噪声工人高频听力损伤的 Logistic 回归模型

参数	回归系数	标准误	P 值	OR 值
模型 I: CNE 是由普通声级计的 $L_{Aeq, 1min}$ 所计算的				
常数	-26.030	4.750	—	—
CNE [dB (A)]	0.249	0.045	<0.001	1.283
模型 II: CNE 是由个体计量仪的 $L_{Aeq, 8h}$ 所计算的				
常数	-23.150	4.210	—	—
CNE [dB (A)]	0.216	0.038	<0.001	1.241

注: HFNIHL 已经过年龄和性别校正。

$CNE_{L_{Aeq, 8h}}$ 作为评价噪声暴露剂量的指标优于 $CNE_{L_{Aeq, 1min}}$ 的结论。

3 讨论

生产现场的噪声通常是复杂的, 如一个车间内通常有多个噪声源, 噪声随设备工作状态改变而上下波动, 工人与噪声源的相对位置不断变化, 都可以造成工人的实际噪声暴露水平不断变化。个体计量仪在测量和评价这类噪声时有明显的优势, 其数据的稳定性和可重复性将给噪声评价和治理工作带来很大的好处。

噪声暴露的测量和评价是噪声治理的重要环节。我们提出将生产现场噪声的测量和评价主体由环境转向工人的设想, 并用个体计量仪和人群抽样方法测量和评价工人的个体噪声暴露^[3]。从理论上讲, 这种方法应该优于传统的噪声测量和评价方法, 但要证明这一点必须用人群资料比较这两种方法测量结果与听力的关系, 只有证明新方法所获得的剂量-反应关系优于传统方法, 才能最后肯定我们先前提出的工作假说。本文的研究正是基于上述考虑, 在接触典型稳态噪声的纺织工人中初步对两种噪声测量和评价方法进行了比较, 其结果与预先的设想基本一致, 即采用个体暴露和累积噪声暴露量可以改进原有工业噪声测量和评价方法。

近期卫生部颁布的《工业企业职工听力保护规范》中将 $L_{Aeq, 8h} \geq 85$ dB 作为企业执行规范的噪声级, 对于非稳态噪声的测量要求采用积分声级计或个体计量仪, 这些具体要求使我们重新认识到噪声暴露测量和评价的重要性。本文采用的新的噪声测量和评价方法对于今后贯彻执行规范有一定的参考价值。

本文作为初步研究, 尚未涉及到各类复杂噪声的测量和评价问题。在今后工作中, 需要用类似的方法对不稳定噪声、间断噪声、脉冲噪声进行观察, 在积累足够数据和经验的基础上, 我们有可能建立一套基于人群个体暴露的噪声测量和评价方法。

参考文献:

[1] ISO 1999: Acoustics-determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment [Z]. 2nd ed Geneva: ISO, 1990.

[2] 赵一鸣, 程明昆. 噪声累积暴露研究的进展 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1998, 16 (2): 123-124.

[3] 赵一鸣, 陈山松, 成小如, 等. 噪声个体计量仪的工作原理及其在噪声暴露评价中的应用 [J]. 中华预防医学杂志, 2000, 34 (4): 238-240.