

中文引用格式:崔红霞,吴慧莉,郝柳思琪,等. 消防员职业噪声暴露与听力损失研究[J]. 中国安全科学学报,2025,35(2):244-248.

英文引用格式:CUI Hongxia, WU Huili, HAO-LIU Siqu, et al. Study on occupational noise exposure and hearing loss among firefighters[J]. China Safety Science Journal, 2025, 35(2): 244-248.

## 消防员职业噪声暴露与听力损失研究\*

崔红霞 主治医师, 吴慧莉 主任医师, 郝柳思琪, 李冲, 王晨,  
韦新法\*\* 副主任医师  
(应急总医院 耳鼻喉科, 北京 100028)

中图分类号:X966 文献标志码:A DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2025.02.1199

**【摘要】** 为防治职业噪声源对消防员早期听力损失,开展消防员职业接触噪声检测,评估消防员听力损失程度,量化消防员听力损失比率,进一步分析消防员听力检测结果与职业噪声暴露关系。结果表明:消防员接触的噪声强度超过作业场所噪声等级接触限值85 dB(A);对50名消防员的听力筛查结果中,噪声暴露后畸变耳声发射(DPOAE)听力筛查双耳未通过人数21人,占比为42.0%,通过率较正常人明显降低;纯音测听左/右耳听阈 $\geq 26$  dB人数在6 kHz最多,人数在15和13时,占比为30.0%、26.0%;消防员职业噪声暴露高频环境中,听力损失明显。

**【关键词】** 职业噪声源; 消防员; 听力损失; 畸变耳声发射(DPOAE); 纯音测听

### Study on occupational noise exposure and hearing loss among firefighters

CUI Hongxia, WU Huili, HAO-LIU Siqu, LI Chong, WANG Chen, WEI Xinfu  
(Department of Otolaryngology, Emergency General Hospital, Beijing 100028, China)

**Abstract:** To prevent and treat the early hearing loss of firefighters caused by occupational noise sources, the occupational noise exposure detection for firefighters was conducted, and the degree of hearing loss in firefighters was evaluated. The ratio of hearing loss in firefighters was quantified, and the relationship between the hearing test results of firefighters and occupational noise exposure was analyzed. The results indicate that the intensity of the noise source for firefighters exceeds the exposure limit of noise levels in the workplace of 85 dB(A). Among the hearing screening results of 50 firefighters, the number of people who failed the distortion product otoacoustic emission hearing screening in both ears is 21, accounting for 42.0%, and the pass rate is significantly lower than that of normal individuals. The number of people with left/right ear pure tone audiometry hearing thresholds  $\geq 26$  dB is the greatest at 6 kHz, accounting for 30.0% and 26.0% at  $n = 15$  and  $n = 13$ , respectively, suggesting high-frequency hearing loss in firefighters after occupational noise exposure.

**Keywords:** occupational noise; firefighter; hearing loss; distortion product otoacoustic emission (DPOAE); pure tone audiometry

\* 文章编号:1003-3033(2025)02-0244-05; 收稿日期:2024-09-12; 修稿日期:2024-11-18

\*\* 通信作者:韦新法(1979—),男,河北石家庄人,本科,副主任医师,主要从事耳鼻喉科噪声听力损失等方面的研究。E-mail: weixinfawangjie@163.com。

## 0 引言

噪声性听力损失是全球范围内常见的职业健康问题。目前,我国大约有1 000万职工在噪声超标的环境下工作,其中,约有100万人患有不同程度的职业性耳聋<sup>[1]</sup>。消防员的职业接触噪声大多超过接触限值85 dB(A)<sup>[2]</sup>,其职业噪声暴露(Occupational Noise Exposure, ONE)问题不容忽视。据统计,近30%的消防员出现了轻至重度听力损失,54%的消防员出现了听力模糊、耳鸣等噪声性耳聋相关症状<sup>[3]</sup>。当前,受环境、工作模式和突发事件不可预测性等因素影响,消防员的职业噪声暴露数据很难准确获得<sup>[4]</sup>。因此,研究职业噪声源对消防员听力损失的影响,是亟需开展的课题。

噪声对听觉系统的影响机制包括机械损伤<sup>[5]</sup>、氧化应激<sup>[6]</sup>、钙超载<sup>[7]</sup>等,这些因素会损害耳蜗毛细胞,毛细胞一旦遭受损害将不可再生,因此,高强度噪声造成的听力损失是永久性的、不可逆的。消防员长时间现场救援作业时,各种抢险救援器械产生的摩擦、转动、撞击等机械性噪声可能导致听觉疲劳,甚至听力损失等<sup>[8]</sup>。有研究结果显示,消防员听力损失患病率为27.95%<sup>[9]</sup>,且部分人员高频听阈升高<sup>[10]</sup>。长期接触噪声的消防员听力损失患病率远高于普通人群,且消防员听力损失的增加与ONE时间成正比,高频听力损失与ONE相关<sup>[11]</sup>。噪声性听力损失不仅影响消防员参与救援时的战斗力,对其身心健康也产生负面影响<sup>[12-13]</sup>。然而,当前开展消防员职业接触噪声暴露对听力损失的研究还较为鲜见。

鉴于此,笔者拟依据《噪声职业病危害风险管理指南》<sup>[14]</sup>,开展消防员职业接触噪声检测,并评估8 h等效声级( $L_{EX, 8 h}$ ) $\geq 80$  dB(A)的岗位噪声职业健康风险;同时,检测消防员听力,分析消防员听力阈值与工龄、岗位和职业噪声源接触累积时间的相关性,并分析职业接触噪声对消防员听力损失的影响,以为消防员听力损失防治提供一定的参考。

## 1 消防员职业噪声检测

### 1.1 职业噪声源检测方法

依据《噪声职业病危害风险管理指南》<sup>[14]</sup>,使用电气噪声测试仪检测消防员职业接触噪声。选择A计权S慢速档位,测试范围为50~130 dB(A),测试精度为 $\pm 1.5$  dB。检测仪检测点包括:①距噪声设备(高压水枪、无齿锯、电动无齿锯、机动链锯)

1 m处;②操作者持噪声设备作业,距离操作者耳部10 cm处。测试时间为3 min,每个测试点测试3次,取平均值。分别按照时间规格为8 h及1 h的时间加权强度计算一天8 h等效声级( $L_{EX, 8 h}$ )及一天1 h等效声级( $L_{EX, 1 h}$ )。

### 1.2 听力学检查

#### 1.2.1 畸变耳声发射(DPOAE)检查

采用自动耳声发射测试仪,在本底噪声 $\leq 45$  dB(A)的安静房间内对消防员作畸变耳声发射(Distortion Product Otoacoustic Emission, DPOAE)检查。各频率DPOAE信号信噪比、通过情况均由设备自动记录导出。

#### 1.2.2 纯音测听

根据《声学校准测听设备的基准零级第1部分:压耳式耳机纯音基准等效声压级》(GB/T4854.1—2004),使用纯音听力计进行纯音测听检查,本底噪声 $\leq 45$  dB(A),受检者佩戴降噪耳罩,测试频率为0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、6.0和8.0 kHz。以任一频率纯音测听气导听阈 $\geq 26$  dB为听力下降<sup>[15]</sup>。

### 1.3 统计学方法

采用SPSS24.0统计软件处理噪声检测的数据和DPOAE听力筛查结果及纯音听力检测获得的阈值,并采用方差分析、卡方检验等进行统计分析,结果为 $P < 0.05$ ,说明有统计学意义。

## 2 消防员职业噪声听力损失检测

### 2.1 消防员接触的3种职业噪声源

4种设备(高压水枪、无齿锯、电动无齿锯、机动链锯)产生的噪声测定数据结果见表1。根据噪声作业的暴露时间(全天噪声等效声级 $L_{Aeq, T}$ 、一天8 h等效声级 $L_{EX, 8 h}$ 、一天1 h等效声级 $L_{EX, 1 h}$ )等效声级计数并计算8 h超标率及1 h超标率,得到无齿锯、电动无齿锯及机动链锯 $L_{EX, 8 h}$ 均超作业场所噪声等级接触限值85 dB(A),超标率分别为17.92%、5.25%、35.30%。无齿锯及机动链锯 $L_{EX, 1 h}$ 均超作业场所噪声等级接触限值94 dB(A),超标率分别为7.56%、23.27%。消防站非稳态噪声等效声级及超标占比见表2。消防站3种职业噪声源等效声级及超标率如图1所示。

### 2.2 消防员DPOAE听力筛查

50名消防员均接受DPOAE听力筛查,左耳未通过人数24人,占比48.0%,右耳未通过人数28人,占比56.0%,双耳未通过人数21人,占比42.0%。

表1 消防站职业噪声源检测值描述

Table 1 Description of occupational noise source detection value in fire station

项目	检测点/个	噪声检测峰值/dB(A)	波动范围/dB(A)
高压水枪	33	94.7	43.2~94.7
无齿锯	33	109.9	98.0~109.87
电动无齿锯	83	98.8	60.5~98.8
机动链锯	8	124.7	96.6~124.7
消防训练场	36	69.2	56.0~69.2

表2 消防站非稳态噪声等效声级及超标占比

Table 2 Equivalent sound level of non-stationary state noise of fire station and proportion of exceeding standard

项目	全天等效声级 (L <sub>Aeq,T</sub> )	一天8h等效声级 (L <sub>EX,8h</sub> )	一天1h等效声级 (L <sub>EX,1h</sub> )	8h超标率/%	1h超标率/%
无齿锯	100.10	100.23	101.10	17.92	7.56
电动无齿锯	89.34	89.46	90.34	5.25	-3.90
机动链锯	114.88	115.00	115.88	35.30	23.27

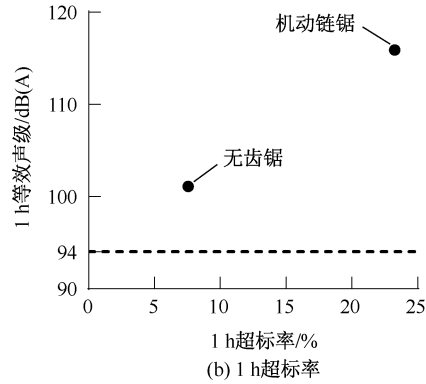
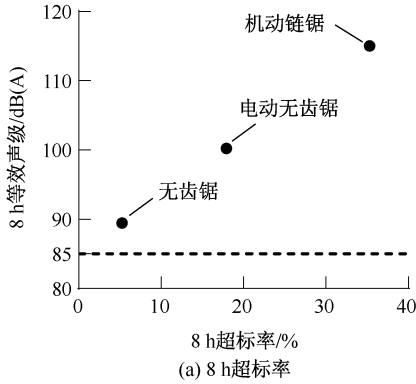


图1 消防站3种职业噪声源等效声级及超标率

Fig.1 Equivalent sound levels and exceedance percentage of 3 occupational noise sources in fire station

### 2.3 消防员纯音听力检测

50名消防员均接受标准的纯音测听检查,消防员左/右耳纯音测听听阈≥26 dB人数及占比见表3。消防员纯音测听听阈≥26 dB与各频率关系

如图2所示。检测频率为0.5、1、2、3、4、6、8 kHz,可见:在3、4、6、8 kHz频率即高频区双耳听阈提高明显,其中,左耳及右耳听阈≥26 dB人数均在6 kHz最多,人数在15、13时,占比分别为30%及26%。

表3 消防员左/右耳纯音测听听阈≥26 dB人数及占比

Table 3 Number and proportion of firefighters in left/right ear pure tone audiometry hearing threshold ≥ 26 dB

频率/Hz		500	1 000	2 000	3 000	4 000	6 000	8 000
左耳≥26 dB	人数	1	2	1	4	9	15	11
	占比/%	2.00	4.00	2.00	8.00	18.00	30.00	22.00
右耳≥26 dB	人数	0	0	1	6	8	13	10
	占比/%	0.00	0.00	2.00	12.00	16.00	26.00	20.00

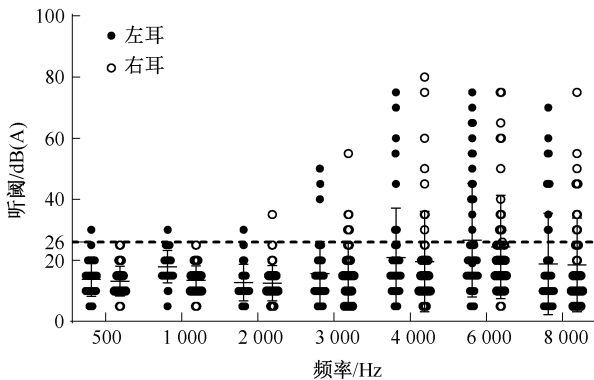


图2 消防员纯音测听听阈≥26 dB与各频率关系

Fig.2 Relationship between mean hearing threshold ≥26 dB and frequency for firefighters' pure tone testing

### 2.4 1~3年工龄组消防员平均听阈损失

设消防员人数为n,将消防员按照入职年限时长分为<1 a(n=31)、1~3 a(n=10)和>3 a(n=9)3组。进一步分析各组平均听阈,3组听力阈值中,1~3 a组听阈阈值最高。各组左耳6 kHz听阈均值均≥26 dB,如图3所示。

## 3 职业噪声暴露

近年来,我国职业危害因素形式多样,职业病的发病率不断升高,所造成的损害也日益严峻,其中,职业性耳鼻喉疾病高居第3大类,呈上升趋势,其中,以职业性噪声聋发病人数最多<sup>[16]</sup>。

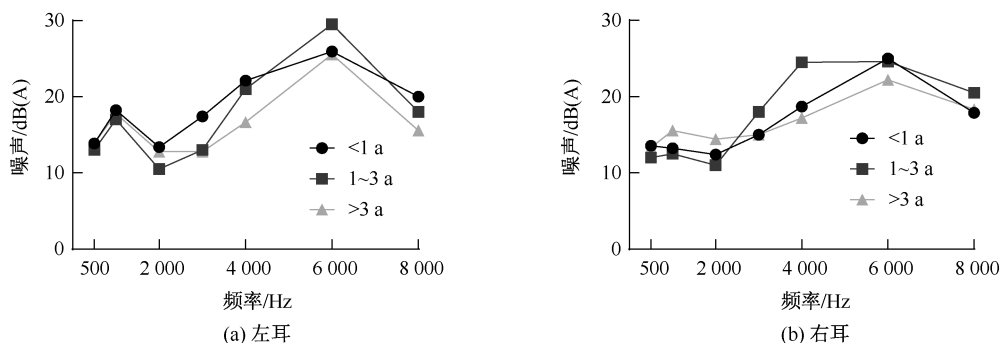


图3 消防员工龄及双耳纯音测听结果比较

Fig. 3 Comparison of service age and binaural pure tone audiometry of firefighters

消防员在消防应急救援工作及职业训练中暴露于广泛的有害噪声源中,通过量化消防员职业噪声源声压水平,发现职业暴露下3种噪声源均超接触限值85 dB(A)。尽管噪声接触时间有限,消防员应重视其职业噪声暴露风险,加强噪声相关知识宣教,积极采取噪声防护措施。

消防员听力检测结果显示:消防员职业噪声暴露后DPOAE筛查通过率远低于正常检出率,在听力损伤的早期,DPOAE的敏感性优于纯音测听,能早期发现内耳损伤<sup>[17]</sup>。因此,基于DPOAE的敏感性,可将其作为消防员职业噪声性聋的早期监测手段。

纯音测听结果表明:消防员左/右耳听阈 $\geq 26$  dB人数在6 kHz频率即高频阈值最多,因此,对于已经达到职业病诊断要求时,内耳损伤时间已经较长的消防员来说,仍需通过纯音测听检测确定其真实听力状况,以初步确认听力损失程度。

因此,定期完善消防员DPOAE及纯音测听检测,能够早期发现消防员职业噪声源暴露造成的听力损失,进而早治疗、早预防,从而降低消防员的职业噪声性听力损失。

## 4 结论

1) 消防员虽然接触职业噪声源(无齿锯、电动无齿锯和机动链锯)的时间较短,但通过时间加权,消防员仍超过国家噪声等级接触限值,职业暴露不容忽视。

2) 消防员DPOAE筛查通过率明显降低,应采用DPOAE早期筛查消防员听力。

3) 消防员采用纯音测听发现,双耳高频听阈受损,左/右耳听阈 $\geq 26$  dB在6 kHz人数最多,应用纯音测听是监测职业噪声暴露后消防员听力变化的重要手段之一。

## 参考文献

- [1] 刘志硕,申金升,卫振林.我国职业噪声危害成因分析及总体控制对策[J].中国安全科学学报,2003,13(12):53-56.  
LIU Zhishuo, SHEN Jinsheng, WEI Zhenlin. Cause analysis and control measures of occupational noise hazard in China[J]. China Safety Science Journal, 2013, 13(12): 53-56.
- [2] KYLE S R, CATHERINE S, DANIEL A, et al. Firefighter noise exposure during training activities and general equipment use[J]. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2013, 10(3): 116-121.
- [3] MILLET B, SNAPP H A, RAJGURU S M, et al. Prevalence of Hearing loss and perceptions of hearing health and protection among Florida firefighters[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, 20(5): DOI:10.3390/ijerph20053826.
- [4] 吉国丽.提高消防部队职业病防控力度的探讨[J].中国社区医师,2011,13(33):310-311.  
JI Guoli. Discussion on improving prevention and control of occupational diseases in fire fighting forces[J]. Chinese Community Doctors, 2011, 13(33): 310-311.
- [5] 石磊,朱玉华,于宁,等.噪声性聋发生机制及药物防治研究进展[J].中国听力语言康复科杂志,2020,18(5):358-362.

- SHI Lei, ZHU Yuhua, YU Ning, et al. Research progress on the mechanism and drug prevention and treatment of noise induced hearing loss[J]. Chinese Journal of Listening and Language Rehabilitation, 2020, 18(5): 358-362.
- [6] FETONI A R, PACIELLO F, ROLESI R, et al. Targeting dysregulation of redox homeostasis in noise-induced hearing loss: oxidative stress and ROS signaling[J]. Free Radical Biology and Medicine, 2019, 3(1), 135: 46-59.
- [7] WANG Xianren, ZHU Yuanping, LONG Haishan, et al. Mitochondrial calcium transporters mediate sensitivity to noise-induced losses of hair cells and cochlear synapses[J]. Frontiers in Molecular Neuroscience, 2019, 11: DOI: 10.3389/fnmol.2018.00469.
- [8] 张斌. 湖南省常德地区消防员接触的职业危害因素及防护对策[J]. 职业与健康, 2011, 27(8): 863-865.  
ZHANG Bin. Occupational hazards and protecting countermeasures of firemen and in Changde area of Hunan province[J]. Occupation and Health, 2011, 27(8): 863-865.
- [9] 毕静, 李倩兰, 周金鹏, 等. 1 084 名消防员职业健康检查结果的分析[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30(7): 551-554.  
BI Jing, LI Qianlan, ZHOU Jinpeng, et al. Analysis of occupational health examination results of 1 084 individuals[J]. Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases, 2012, 30 (7): 551-554.
- [10] 寿倍明, 王春明, 吴梦, 等. 消防救援人员职业健康危害因素分析及预防措施 [J]. 中国疗养医学 2023, 32(9): 986-990.  
SHOU Beiming, WANG Chunming, WU Meng, et al. Analysis of occupational health hazards and preventive measures for firefighters[J]. Chinese Journal of Convalescent Medicine, 2023, 32 (9): 986-990.
- [11] CHUNG I S, CHU I M, CULLEN M R. Hearing effects from intermittent and continuous noise exposure in a study of Korean factory workers and firefighters[J]. BMC Public Health, 2012, 12: DOI:10.1186/1471-2458-12-87.
- [12] 屈文惠, 克里斯·布兰德. 消防员听力保护刻不容缓[J]. 消防技术与产品信息, 2014(6): 115-116.  
QU Wenhui, CHRIS B. Firefighter hearing protection is urgently needed[J]. Fire Protection Technology and Product Information, 2014(6): 115-116.
- [13] 杨三军, 王昆, 孟昀晨. 消防员职业安全健康风险及运动潜在调节效应: 基于复原力相关生物标志物视角[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33 (6): 198-206.  
YANG Sanjun, WANG Kun, MENG Yunchen. Occupational safety and health risks and potential moderating effects of exercise in firefighters: a resilience-related biomarker perspective[J]. China Safety Science Journal, 2023, 33(6): 198-206.
- [14] AQ/T 4276—2016, 噪声职业病危害风险管理指南[S].  
AQ/T 4276-2016, Noise occupational hazard risk management guidelines[S].
- [15] 李兴启, 杨仕明, 王秋菊, 等. 听力学基础与临床研究进展: 2 版[M]. 北京: 科学技术出版社, 2021: 357.
- [16] 唐敏珠, 褚敏捷. 2010—2018 年我国职业病发病情况及防治现状[J]. 解放军预防医学杂志, 2020, 38(2): 37-40.  
TANG Mingzhu, CHU Minjie. The incidence and prevention of occupational diseases in China from 2010 to 2018[J]. Journal of Preventive Medicine of Chinese People's Liberation Army, 2020, 38(2): 37-40.
- [17] 湛晶晶, 郑芸, 李刚, 等. 耳声发射与纯音听阈之间关系的研究[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2015, 29(18): 1 591-1 597.  
SHEN Jingjing, ZHENG Yun, LI Gang, et al. Research on the relationship between otoacoustic emission and pure tone hearing threshold[J]. Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, 2015, 29(18): 1 591-1 597.

**作者简介:** 崔红霞 (1988—), 女, 河北沧州人, 本科, 主治医师, 主要从事噪声听力损失等方面的研究。E-mail: chx890506@163.com。

