调查研究
Investigation

职业性噪声性听力损失与代谢综合征的关联

冀芳[1]，丁晓文[1]，董华凰[1]，刘继文[2]，李珏[1]

1. 北京市化工职业病防治院科研部，北京 100093
2. 新疆医科大学公共卫生学院，新疆 乌鲁木齐 830001

摘要：

[背景] 职业性噪声性听力损失（ONHL）是一种复杂的疾病，影响着众多劳动者的健康，代谢综合征（MetS）也已成为导致全球疾病负担加重的主要因素，开展ONHL与MetS关联的研究意义重大。

[目的] 探讨ONHL与MetS的关系，为制定职业性噪声暴露人群的听力损失和MetS的干预措施和防治策略提供科学依据。

[方法] 采用整群抽样的方法，以某大型机械维修企业1 145名男性职业性噪声暴露人群为研究对象。按是否存在高频听力损失，将调查对象分为听力正常组（699人）和听力损失组（446人）。通过问卷调查收集调查对象的一般人口学特征、职业史、家族史、既往史、个人生活行为等资料，通过职业健康检查获得体重指数（BMI）、甘油三酯（TG）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、血压和空腹血糖（FPG）等数据。使用非条件多因素logistic回归方法分析ONHL与MetS患病之间的关联，计算各危险因素的*OR*及95%*CI*。

[结果] 在1 145名职业性噪声接触工人中，听力损失检出率为38.95%，听力损失检出率随接噪工龄的增长而呈增加的趋势（$P<0.001$）。对临床指标分析发现，听力损失组FPG水平高于听力正常组（$P<0.001$）。听力损失组人群高TG血症、高血压、高血糖和MetS的检出率均高于听力正常组（$P<0.01$）。多因素logistic回归分析结果显示，在排除其他混杂因素影响后，MetS是导致ONHL发生的独立危险因素（*OR*=1.48，95%*CI*：1.12~1.95，*P*=0.005），同时接噪工龄长、已婚、文化程度低也是ONHL的危险因素（$P<0.01$）。

[结论] ONHL与MetS的发生有关联，MetS可能是影响ONHL发生发展的独立危险因素，采取MetS预防干预措施可能是降低ONHL发病风险的有效手段。

关键词：职业性噪声性听力损失；代谢综合征；干预措施

Association between occupational noise-induced hearing loss and metabolic syndrome

JI Fang[1], DING Xiao-wen[1], DONG Hua-huang[1], LIU Ji-wen[2], LI Jue[1] (1.Department of Research, Beijing Prevention and Treatment Hospital of Occupational Disease for Chemical Industry, Beijing 100093, China; 2.School of Public Health, Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830001, China)

Abstract:

[Background] Occupational noise-induced hearing loss (ONHL) is a complex disease that affects the health of numerous workers, and metabolic syndrome (MetS) has become a major contributor to global disease burden. It is of great significance to study the relationship between ONHL and MetS.

[Objective] This study investigates the association between ONHL and MetS, aiming to provide a scientific basis for formulating intervention measures and control strategies against ONHL and MetS in noise-exposed workers.

[Methods] A total of 1 145 male workers in a large-scale mechanical maintenance enterprise were selected as study subjects by cluster sampling method, and were divided into a control group (*n*=699) and a case group (*n*=446) according to whether they were diagnosed with high frequency hearing loss. Data on general demographic characteristics, occupational history, family history, medical history, and life styles were collected through questionnaire survey, data on body mass index (BMI), triglyceride (TG), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), blood pressure, and fasting blood glucose (FPG) were obtained through routine occupational health examination. The association between ONHL and MetS was assessed by non-conditional multiple logistic

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2020.20374

作者简介
冀芳（1979—），女，博士，提高待遇高级工程师；E-mail：jifang_1212@163.com

通信作者
李珏，E-mail：lijue101@126.com

伦理审批 已获取
利益冲突 无申报
收稿日期 2020-08-02
录用日期 2020-11-03

文章编号 2095-9982(2020)12-1194-06
中图分类号 R13
文献标志码 A

▸引用
冀芳，丁晓文，董华凰，等. 职业性噪声性听力损失与代谢综合征的关联 [J]. 环境与职业医学，2020，37（12）：1194-1199.

▸本文链接
www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2020.20374

Correspondence to
LI Jue, E-mail: lijue101@126.com

Ethics approval Obtained
Competing interests None declared
Received 2020-08-02
Accepted 2020-11-03

▸To cite
JI Fang, DING Xiao-wen, DONG Hua-huang, et al. Association between occupational noise-induced hearing loss and metabolic syndrome[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2020, 37(12): 1194-1199.

▸Link to this article
www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2020.20374

regression models, and the results were expressed as *OR* with 95% *CI*.

[Results] Among the 1 145 workers exposed to noise, the positive rate of hearing loss was 38.95%, and increased with longer years of noise exposure ($P<0.001$). The FPG level in the case group was higher than that in the control group ($P<0.001$). The positive rates of hypertriglyceridemia, hypertension, hyperglycemia, and MetS in the case group were higher than those in the control group ($P<0.01$). The multiple logistic regression analysis results showed that MetS was an independent risk factor for ONHL (*OR*=1.48, 95% *CI*: 1.12-1.95, *P*=0.005) after adjusting for selected confounding factors; in addition, longer years of noise exposure, married, and lower educational level were also the risk factors for ONHL ($P<0.01$).

[Conclusion] ONHL is associated with MetS. MetS may be an independent risk factor for the development of ONHL. Preventive interventions for MetS may be effective in reducing a partial risk of ONHL.

Keywords: occupational noise-induced hearing loss; metabolic syndrome; intervention

职业性噪声性听力损失（occupational noise-induced hearing loss，ONHL）在工业化国家普遍存在，是现阶段我国乃至世界范围内最主要的职业疾患之一，它是因工作过程中长期接触高强度噪声而发生的一类进行性感音性听觉损伤，如若不能得到有效控制，将逐渐发展成为噪声性耳聋（noise-induced deafness，NID）。NID 作为我国第二大职业病，其造成的健康危害问题也逐渐受到人们关注。研究显示，在生产作业过程中长期暴露于噪声环境不仅会对劳动者的听力造成损伤，还可能对机体神经系统、心血管系统、内分泌系统和消化系统等多个系统造成危害[1-2]。代谢综合征（metabolic syndrome，MetS）是一组复杂的代谢紊乱症候群，是肥胖、高血糖、高血脂、高血压等多种代谢成分异常聚集的病理状态[3]，这些代谢紊乱是心脑血管病变以及癌症的病理基础[4]。本研究以某大型机械修理企业职业性噪声暴露工人为研究对象，探讨 ONHL 与 MetS 的关系，为制定 ONHL 人群 MetS 的干预措施和防治策略提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 对象

采用整群抽样方法，以 2019 年 4 月参加职业健康检查的某大型机械维修企业 1 145 名男性职业性噪声暴露工人为研究对象，将研究对象分为听力损失组和听力正常组。纳入标准：①汉族男性；②接触噪声工龄≥3 年；③除噪声外其他可能影响 NID 发病的物理有害因素（如高温、振动）、有机溶剂（苯及同系物、苯乙烯、丙烯腈等）、重金属（锰、铬、铅、锡等）的水平均低于职业接触限值。排除标准：①有头颅外伤史、爆震史、家族性耳聋病史、梅尼埃病、耳毒性药物（链霉素、庆大霉素、卡那霉素等）使用史；②有外耳 / 中耳畸形或手术史、耳膜穿孔、中耳炎、累及耳蜗的颞骨骨折、听神经瘤、听神经病等；③职业健康监护资料和问卷调查资料缺失或不全。采用横断面研究的方法，根据 GBZ 49—2014《职业性噪声聋的诊断》，以双耳任意一耳高频（3 000、4 000、6 000 Hz）平均听阈 >25 dB 者界定为听力损失组，以两耳高频听阈均≤25 dB 者界定为听力正常组。本研究通过北京市职业病防治研究院医学伦理委员会的审查批准（编号：ZFY2019003），研究对象均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 由经统一培训的调查员采用本课题组自行设计的职业性噪声暴露工人个体情况调查表，对调查对象的一般人口学资料、生活习惯、既往病史、家族史、职业史、噪声及其他职业病危害因素接触史、药物使用史、现病史等信息进行面对面的问卷调查。

1.2.2 听力检查与耳科常规检查 研究对象的听力检查由专业医务人员参照 GBZ 49—2014《职业性噪声聋的诊断》要求进行，所有研究对象在进行纯音测听前均脱离职业噪声暴露环境至少 12 h。在噪声本底值 <25 dB（A）的隔音室内，测试研究对象双耳 6 个频率（500、1 000、2 000、3 000、4 000、6 000 Hz）纯音气导听阈，并对测定结果进行年龄、性别校正。耳科常规检查包括双侧耳廓有无畸形，外耳道有无畸形、狭窄、阻塞，鼓膜有无穿孔、内陷、溢液等。

1.2.3 其他职业健康检查 根据 GBZ 188—2014《职业健康检查技术规范》对研究对象进行职业健康检查，采集研究对象早晨空腹肘静脉血，用全自动生化分析仪检测空腹血糖（fasting plasma glucose，FPG）、甘油三酯（triglyceride，TG）、高密度脂蛋白（high density lipoprotein cholesterol，HDL-C）水平。测定研究对象血压（包括收缩压、舒张压）、身高、体重等一般医学生理指标。

1.2.4 相关定义 （1）吸烟：根据 WHO 定义，指平均

每天至少吸烟1支且持续6个月以上。(2) 饮酒：根据WHO定义，指每周饮酒不少于2次且每次乙醇摄入量不少于50 g，连续饮酒至少半年以上者。(3) 倒班：指曾经从事或正在从事每天8:00—17:00以外的工作时间，且持续时间≥1年。(4) 体育锻炼：指每周运动≥3次，每次>0.5 h。(5) 文化程度：本研究中将高中、中专、初中、小学及以下学历指定为高中及以下组；将大专、本科、研究生及以上学历指定为大专及以上组。(6) 睡眠情况：本研究中将平均睡眠时间小于7 h定义为睡眠不足；平均睡眠时间在≥7 h定义为睡眠正常。(7) MetS：目前诊断MetS常用的有《美国国家胆固醇教育计划成年人治疗组第三次指南》，及国际糖尿病联盟、中华医学会糖尿病学分会等规定的诊断标准。以往研究认为，第1种标准对MetS及危险因素聚集个体检出率最高，针对企业职工这一特殊人群，本着预防为主及提高筛检灵敏度的原则，建议采用第1种标准为诊断企业职工MetS的方法[5-6]。本研究为尽早筛查MetS高危人群，做好人群预防，选用第1种标准作为MetS诊断标准，符合以下3项或以上者可诊断为MetS[7]：①肥胖：由于本次调查的基础数据来源于职业健康检查结果，未获得工人腰围的数据，故参照《中国2型糖尿病防治指南(2013年版)》，以体重指数(body mass index，BMI) ≥25.0 kg·m^{-2}者为肥胖[8]，BMI＝体重/身高^2；②高TG血症：$\rho_{空腹TG}$≥1.7 mmol·L^{-1}或已接受针对此脂质异常的特殊治疗者；③低HDL-C血症：男性$\rho_{空腹HDL\text{-}C}$<1.03 mmol·L^{-1}或已接受针对此脂质异常的特殊治疗者；④高血压：收缩压≥130 mmHg或舒张压≥85 mmHg或此前已被诊断为高血压并治疗者；⑤高血糖：$\rho_{血糖}$≥5.6 mmol·L^{-1}，或已确诊为糖尿病并治疗者。

1.2.5 作业场所职业病危害因素检测

收集2019年该企业作业场所职业病危害因素定期检测报告，根据检测报告判定研究对象的职业病危害因素暴露情况。

1.3 统计学分析

采用EpiData 3.0建立数据库，计量资料采用$\bar{x}\pm s$表示，计数资料采用率或构成比表示，均数间的比较采用t检验，率或构成比的比较采用χ^2检验，多因素分析采用非条件logistic回归分析，不同接噪工龄组听力损失检出率的变化趋势用趋势卡方检验分析。在参照单因素分析结果的基础上并结合专业知识分析，以是否发生听力损失为应变量，以接噪工龄、婚姻状况、文化程度、家庭人均月收入、吸烟、饮酒、倒班、体育锻炼、睡眠情况、MetS等为自变量进行二分类多因素logistic回归分析(进入法)，变量赋值如表1所示。所有数据用SPSS 22.0软件包进行统计学分析，检验水准α=0.05。

表1 职业性噪声性听力损失影响因素的变量赋值

Table 1 Variable assignment of influencing factors of ONHL

变量	赋值
接噪工龄/年	1=3~5；2=6~10；3=11~15；4=>15
婚姻状况	0=未婚及其他；1=已婚
文化程度	0=高中及以下；1=大专及以上
家庭人均月收入/元	0=≤9000；1=>9000
吸烟	0=不吸烟；1=吸烟
饮酒	0=不饮酒；1=饮酒
倒班	0=不倒班；1=倒班
体育锻炼	0=不运动；1=运动
睡眠情况	0=睡眠不足；1=睡眠正常
MetS	0=否；1=是

2 结果

2.1 基本情况

在1 145名职业性噪声接触工人中，年龄为(35.24±8.69)岁，听力损失组446人，听力正常组669人，听力损失检出率为38.95%。对人群一般情况、职业特征和生活习惯进行比较，两组间年龄、婚姻状况、文化程度、饮酒情况、倒班情况的差异有统计学意义(P<0.05)，见表2。

表2 调查对象的个体特征情况

Table 2 Demographic characteristics of participants

特征变量	听力正常组(n=699)	听力损失组(n=446)	χ^2	P
年龄/岁			1 131.29	**<0.001**
≤29	220	57		
30~34	286	132		
35~39	103	84		
≥40	90	173		
婚姻状况			32.81	**<0.001**
未婚及其他	195	60		
已婚	504	386		
文化程度			46.94	**<0.001**
高中及以下	124	159		
大专及以上	575	287		
家庭人均月收入/元			0.19	0.668
≤9000	400	261		
>9000	299	185		
吸烟			0.94	0.747
否	382	236		
是	317	210		
饮酒			10.67	**<0.001**
否	651	390		
是	48	56		

续表 2

特征变量	听力正常组（n=699）	听力损失组（n=446）	χ^2	P
倒班			7.28	**0.007**
否	214	171		
是	485	275		
体育锻炼			0.18	0.716
否	338	210		
是	361	236		
睡眠情况			3.27	0.074
睡眠不足	268	195		
睡眠正常	431	251		

2.2 ONHL 与接噪工龄的关系

1 145 名研究对象的接噪工龄范围为 3~41 年，其中听力正常组平均接噪工龄为 10.31 年，低于听力损失组（14.70 年）（t=-9.633，P<0.001）。趋势卡方分析显示，随着工人接噪工龄的增加，听力损失检出率呈上升趋势（P<0.001），见表 3。

表 3 不同接噪工龄组听力损失检出率趋势分析结果（n=446）

Table 3 Trend analysis of hearing loss positive rate in different years of noise exposure groups (n=446)

接噪工龄 / 年	总人数	听力损失人数	检出率 /%
3~5	221	54	24.43
6~10	344	108	31.40
11~15	331	126	38.07
>15	249	158	63.45

[注] $\chi^2_{趋势}$=78.37，P<0.001。

2.3 ONHL 与 MetS 及相关指标的关系

在 1 145 名研究对象中，肥胖、高血压、高血糖、高 TG 血症、低 HDL-C 血症和 MetS 的检出率分别为 65.76%、39.21%、13.54%、48.82%、18.69% 和 30.65%。听力损失组血糖浓度高于听力正常组，差异有统计学意义（P<0.001）。听力损失组高 TG 血症、高血压、高血糖和 MetS 的检出率均高于听力正常组，差异均有统计学意义（P<0.01），见表 4、5。

表 4 调查对象临床指标比较

Table 4 Comparison of clinical indicators among participants

指标	总人群（n=1 145）	听力正常组（n=699）	听力损失组（n=446）	t	P
BMI/（kg·m^{-2}）	26.35±3.82	26.36±3.89	26.33±3.71	0.11	0.915
TG 浓度 /（mmol·L^{-1}）	1.69±1.21	1.64±1.18	1.78±1.24	-1.88	0.061
HDL-C 浓度 /（mmol·L^{-1}）	1.32±0.27	1.31±0.26	1.32±0.27	-0.60	0.547
收缩压 /（mmHg）	130.05±14.28	129.56±13.32	130.81±15.65	-1.40	0.163
舒张压 /（mmHg）	78.00±10.63	77.69±10.50	78.49±10.83	-1.23	0.219
血糖浓度 /（mmol·L^{-1}）	5.37±1.39	5.25±1.30	5.55±1.50	-3.52	**<0.001**

表 5 ONHL 与 MetS 及相关指标异常检出情况的单因素分析

Table 5 Single-factor analysis on detection of ONHL, MetS, and related indicators

指标	听力正常组（n=699）		听力损失组（n=446）		χ^2	P
	检出人数	检出率 /%	检出人数	检出率 /%		
肥胖	452	64.66	301	67.49	0.97	0.339
高 TG 血症	250	35.77	199	44.62	8.95	**0.003**
低 HDL-C 血症	96	13.73	59	13.23	0.59	0.860
高血压	308	44.06	251	56.28	16.26	**<0.001**
高血糖	96	13.73	118	26.46	29.01	**<0.001**
MetS	175	25.04	176	39.46	26.66	**<0.001**

2.4 ONHL 的多因素 logistic 回归分析

在 ONHL 的多因素 logistic 回归分析中，Hosmer-Lemeshow 检验 χ^2=2.33，P=0.969，表明模型拟合优度较好。回归结果显示，在控制混杂因素的影响后，ONHL 与 MetS 存在关联，患有 MetS 的人群发生 ONHL 的风险是未检出 MetS 人群的 1.48 倍，差异有统计学意义（P<0.01）。此外，接噪工龄、婚姻状况、文化程度与 ONHL 也存在关联：接噪工龄 >15 年人群发生 ONHL 的风险是工龄 3~5 年的 3.15 倍，已婚人群发生 ONHL 的风险是未婚及其他人群的 1.83 倍，高中及以下文化程度人群发生 ONHL 的风险是大专及以上人群的 1.75 倍（即 1/0.57）（均 P<0.01）。见表 6。

表 6 职业生噪声性听力损失影响因素的 logistic 回归分析

Table 6 Multiple logistic regression analysis of factors affecting ONHL

因素	b	P	OR（95% CI）
工龄 6~10 年△	0.24	0.247	1.27（0.85~1.90）
工龄 11~15 年△	0.42	0.053	1.53（0.99~2.35）
工龄 >15 年△	1.15	**<0.001**	3.15（1.94~5.11）
婚姻状况	0.61	**0.001**	1.83（1.28~2.64）
文化程度	-0.56	**0.001**	0.57（0.42~0.79）
家庭人均月收入	-0.22	0.117	0.80（0.61~1.06）
吸烟	-0.14	0.303	0.87（0.67~1.13）
饮酒	0.27	0.247	1.31（0.83~2.05）
运动	0.18	0.161	1.20（0.93~1.56）
倒班	-0.15	0.284	0.86（0.65~1.13）
睡眠正常	-0.23	0.093	0.80（0.61~1.04）
MetS	0.39	**0.005**	1.48（1.12~1.95）
常量	0.17	0.708	1.18

[注] △：与工龄 3~5 年相比。变量赋值：接噪工龄，1=3~5 年、2=6~10 年、3=11~15 年、4=>15 年；婚姻状况，0= 未婚及其他、1= 已婚；文化程度，0= 高中及以下、1= 大专及以上；家庭人均月收入，0= ≤ 9 000 元；1=>9 000 元；吸烟 / 饮酒 / 倒班 / 体育锻炼，0= 否、1= 是；睡眠情况，0= 睡眠不足、1= 睡眠正常；MetS，0= 否、1= 是。

3 讨论

噪声是一种普遍存在的职业病危害因素，调查显示，全球约有 6 亿工人受到职业性噪声的危害[9]，超过 500 万的接噪工人有发生 ONHL 的风险，听力障碍

的病人中有16%是因为职业性噪声暴露[10]。噪声引起听力损失早期会出现暂时性听阈位移，如若得不到有效控制会逐渐发展成永久性听阈位移。永久性听阈位移的早期特征性表现主要是高频听力下降，在本研究中，接噪工人的高频听力损失率为38.95%，高于庞振军等[11]的调查结果（男性工人高频听力损失的检出率为35.18%），提示调查企业接噪工人的健康状况不容乐观，应引起足够的关注与重视。

噪声除主要造成人类听觉系统的影响外，还会导致众多健康问题。有研究表明，慢性噪声暴露可打乱体内的生物平衡（非稳态负荷），从而影响代谢和心血管系统，增加心血管疾病的患病风险，如导致血压、血脂浓度、血黏度和血液中的葡萄糖浓度升高[12]。本次调查结果显示，听力损失组高TG血症检出率高于听力正常组（$P<0.01$），这与文献［13-14］研究结果一致。目前，噪声可能引发高TG血症的机制尚不明确，有研究认为可能与机体接触噪声后，出现中枢神经系统反应，植物神经调节功能发生变化，血管运动中枢调节发生障碍，造成脂代谢紊乱有关[1]。也有研究认为，由于高脂血症自身特性，血脂升高后细胞间黏附性加强，胆固醇升高会影响红细胞变形及携带氧的能力，TG的代谢物可直接损伤血管，促进局部血栓形成，这些作用均会造成耳蜗缺血从而影响听觉系统[15]。本次调查结果显示，听力损失组高血压检出率高于听力正常组（$P<0.001$），而国内外多项研究结果提示，职业噪声暴露与高血压患病风险增加有关[16-17]。可能的发病机理为噪声激活了下丘脑-垂体-肾上腺轴和交感神经-肾上腺-髓质轴，引起主要调节血压的应激激素（如儿茶酚胺）水平升高，从而使血压增高[18-19]。本次调查结果显示，听力损失组血糖水平和高血糖检出率均高于听力正常组（$P<0.001$），听力损失与糖尿病的关系目前被多数学者认可，生产性噪声和血糖的升高均可引起听力损失，且引起的听力损失类型和病变部位相同，均为以高频听力损失为主要表现的感音性听力损失，病变部位为耳蜗。同时两者都可能引起线粒体的损伤，从而影响耳蜗正常的代谢和功能，导致听力损失，因此生产性噪声和血糖对听力损失可产生协同作用，从而加重听力损失[20-21]。本研究认为，MetS及其组分中的高脂血症、糖尿病、高血压可能是影响噪声性听力损失发生发展的危险因素。

目前，MetS也已成为导致全球疾病负担加重的主要危险因素。本次调查发现，听力正常组人群的MetS检出率（25.04%）与蒋斌等[22]的调查结果（25.93%）相近。多项研究认为，噪声性听力损失、MetS的发生发展受到人体健康状况、吸烟/饮酒/体育锻炼/倒班情况、睡眠质量、婚姻状况、文化程度、收入水平等多种因素的影响[2, 23-24]，如果不把这些影响因素加以考虑，会使研究结果不尽一致。为正确评价ONHL与MetS的关系，本研究控制了上述个人生活行为等因素，多因素logistic回归分析结果显示，职业性噪声暴露人群中听力损失组MetS检出率高于听力正常组（$P<0.01$），提示ONHL与MetS的发生可能有关，认为MetS可能是ONHL发生发展的危险因素。在发病机理上，可能是MetS能引起持续性微循环障碍造成血流减缓、微血管淤堵痉挛，若表现在耳部则造成耳内细胞缺氧、缺血，导致听力损失。此外，听力损失检出率随着接噪工龄的增加呈上升趋势，多因素logistic回归分析发现接噪工龄>15年者发生听力损失的风险是接噪工龄3~5年者的3.15倍，高中及以下文化程度人群发生ONHL的风险是大专及以上人群的1.75倍，认为接噪工龄和文化程度可能是听力损失的影响因素，这与谢文倩等[25]的研究结果一致。分析原因可能是工人持续暴露于噪声环境的时间越长越易造成耳蜗毛细胞和听神经纤维的损坏及代谢紊乱，从而更易发生听力受损，因此接噪时间越长，听力损失发生风险越高；而文化程度高者对职业健康知识学习接纳能力、听力自我保护意识和行为更强，因此高文化程度是听力损失的保护因素。同时，研究结果表明，已婚为职业性噪声暴露工人听力损失的危险因素，这可能与已婚人群社会压力加大和生活方式不同有关。

ONHL是一种复杂的疾病，可由作业环境、个人行为、遗传因素等共同作用引起。在实际工作中，关注作业场所噪声强度的同时，还应关注影响ONHL发生发展的其他影响因素，因为这些影响因素也会同噪声一起产生协同作用，提高ONHL的患病风险。根据本次研究结果，针对噪声作业工人的ONHL和MetS的防护，一方面在噪声作业场所中应加强噪声的防护与治理，改善工作环境、优化工作班制、合理安排作息时间，加强作业工人的个体防护；另一方面应开展科学、系统、有针对性的预防干预，提前发现血压增高、FPG升高及高脂血症的噪声暴露作业人员，并及时进行干预，定期随访。提倡低糖低盐低钠饮食、减少饱和脂肪酸摄入、增加日常体力活动量等，以此来有效控制血压、血糖、血脂水平；此外，还应加强噪声作

业工人的健康教育，使其掌握职业病防治知识，提高个人防护意识，培养良好的心态，重点帮助和促进工龄较长、已婚及文化程度较低人群建立健康的生活方式。采取综合措施保护劳动者身心健康，降低工人罹患ONHL和MetS的风险。

本研究也存在着一定的局限性：本研究是一次横断面研究，尚不能明确ONHL与MetS间的因果关系，为明确因果联系，今后可开展队列随访研究。本研究对象只纳入了男性工人，此结论无法外推到女性工人。本研究未考虑防护措施对结果的影响，今后会将防护措施因素纳入加以考虑。

参考文献

[1] 石磊，张星. 噪声对人体健康影响研究进展 [J]. 中国职业医学，2015，42 (2)：225-228.

[2] DOMINGO-PUEYO A，SANZ-VALERO J，WANDEN-BERGHE C. Disorders induced by direct occupational exposure to noise：systematic review [J]. Noise Health，2016，18 (84)：229-239.

[3] LIU J，GRUNDY S M，WANG W，et al. Ten-year risk of cardiovascular incidence related to diabetes，prediabetes，and the metabolic syndrome [J]. Am Heart J，2007，153 (4)：552-558.

[4] LEE J A，YOO J E，PARK H S. Metabolic syndrome and incidence of breast cancer in middle-aged Korean women：a nationwide cohort study [J]. Breast Cancer Res Treat，2017，162 (2)：389-393.

[5] 刘庆敏，马先富，任艳军，等. 三种代谢综合征诊断标准在杭州市企业职工人群中的应用比较 [J]. 中国预防医学杂志，2015，16 (11)：865-870.

[6] 邵月琴，向芳，祝丽芳，等. 上海市近郊地区35~74岁居民代谢综合征的流行特征调查分析 [J]. 中国全科医学，2011，14 (18)：2069-2071.

[7] GRUNDY S M，CLEEMAN J I，DANIELS S R，et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome：an American Heart Association/National Heart，Lung，and Blood Institute scientific statement：executive summary [J]. Crit Pathw Cardiol，2005，4 (4)：198-203.

[8] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南 (2010年版) [J]. 中国糖尿病杂志，2012，20 (1)：S1-S36.

[9] DANIEL E. Noise and hearing loss：a review [J]. J Sch Health，2007，77 (5)：225-231.

[10] NELSON D I，NELSON R Y，CONCHA-BARRIENTOS M，et al. The global burden of occupational noise-induced hearing loss [J]. Am J Ind Med，2005，48 (6)：446-458.

[11] 庞振军，陆爱舟. 企业生产性噪声对作业工人听力与心血管系统影响的分析 [J]. 上海医药，2019，40 (18)：57-59.

[12] BABISCH W. Cardiovascular effects of noise [J]. Noise Health，2011，13 (52)：201-204.

[13] 刘付东，许晓庆，赵立娜. 噪声对盐城某汽车制造企业工人血脂水平的影响 [J]. 职业与健康，2014，30 (5)：608-609，612.

[14] 赵立娜，戴超，成丽娟，等. 噪声暴露对某国有大型煤矿工人血糖和血脂水平的影响 [J]. 实用预防医学，2018，25 (8)：902-904.

[15] 张坤，曲芃，周星宇，等. 血脂异常在内耳疾病的研究进展 [J]. 中华耳科学杂志，2018，16 (1)：98-101.

[16] SKOGSTAD M，JOHANNESSEN H A，TYNES T，et al. Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise [J]. Occup Med，2016，66 (1)：10-16.

[17] 苏亚娇，秦真威，王朝阳，等. 职业性噪声暴露对男性钢铁工人高血压患病的影响 [J]. 卫生研究，2020，49 (3)：403-408.

[18] DAIBER A，KRÖLLER-SCHÖN S，OELZE M，et al. Oxidative stress and inflammation contribute to traffic noise-induced vascular and cerebral dysfunction via uncoupling of nitric oxide synthases [J]. Redox Biol，2020，34：101506.

[19] RECIO A，LINARES C，BANEGAS J R，et al. Road traffic noise effects on cardiovascular，respiratory，and metabolic health：an integrative model of biological mechanisms [J]. Environ Res，2016，146：359-370.

[20] 丰薇薇，李碧燕. 噪声作业人员血糖水平与听力损失的关系 [J]. 职业与健康，2017，33 (3)：419-421.

[21] 朱玲，段传伟，林毓嫱，等. 高血糖水平与工业噪声致听力损失的研究进展 [J]. 职业卫生与应急救援，2018，36 (5)：411-414.

[22] 蒋斌，郭集军，郑玲玲，等. 职业性噪声接触与代谢综合征关系分析 [J]. 中国职业医学，2017，44 (4)：518-520.

[23] HENNEMAN P，AULCHENKO Y S，FRANTS R R，et al. Prevalence and heritability of the metabolic syndrome and its individual components in a Dutch isolate：the Erasmus Rucphen Family study [J]. J Med Genet，2008，45 (9)：572-577.

[24] GAN W Q，DAVIES H W，DEMERS P A. Exposure to occupational noise and cardiovascular disease in the United States：the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004 [J]. Occup Environ Med，2011，68 (3)：183-190.

[25] 谢文倩，曹承建，邵玉仙，等. 杭州市噪声作业工人听力损失的现状及影响因素 [J]. 环境与职业医学，2016，33 (5)：475-479.

（**英文编辑**：汪源；**责任编辑**：陈姣）