

· 论 著 ·

职业性噪声暴露和动脉硬化对血糖水平的交互影响研究

倪蕾¹, 殷文军², 刘艳茹², 李群燕³, 易桂林², 陈振龙²

1.武汉市职业病防治院健康管理科, 湖北 武汉 430015; 2.武汉市职业病防治院, 湖北 武汉 430015;

3.湖北中烟工业有限责任公司武汉卷烟厂, 湖北 武汉 430048

摘要: 目的 探讨职业性噪声暴露和动脉硬化对血糖水平的交互影响, 为职业性噪声暴露人群糖尿病早期预防提供依据。方法 于2021年12月选择武汉市某卷烟厂518名作业工人为研究对象, 通过问卷调查收集性别、年龄、工龄等基本资料, 测量身高和体重, 检测空腹血糖, 检查动脉硬化情况; 采用个人声暴露计测量作业环境噪声强度。采用多重线性回归模型分析职业性噪声暴露、动脉硬化及其交互作用对血糖水平的影响。结果 调查518人, 其中男性398人, 占76.83%; 年龄为(40.85±10.68)岁; 工龄为(19.50±12.69)年; 体质指数为(23.66±3.31) kg/m²; 血糖为(5.15±0.99) mmol/L。职业性噪声暴露247人, 占47.68%; 动脉硬化175例, 占33.78%。多重线性回归分析结果显示, 职业性噪声暴露($\beta=0.112$)和动脉硬化($\beta=0.168$)与血糖水平存在统计学关联; 职业性噪声暴露与动脉硬化对血糖水平的影响存在交互作用($\beta=0.314$)。结论 职业性噪声暴露与动脉硬化交互影响血糖水平。

关键词: 噪声; 动脉硬化; 血糖

中图分类号: R131 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087 (2023) 02-0108-04

Effects of the interaction between occupational noise exposure and arterial stiffness on blood glucose

NI Lei¹, YIN Wenjun², LIU Yanru², LI Qunyan³, YI Guilin², CHEN Zhenlong²

1.Wuhan Prevention and Treatment Center for Occupational Diseases, Health Management Department, Wuhan, Hubei

430015, China; 2.Wuhan Prevention and Treatment Center for Occupational Diseases, Wuhan, Hubei 430015, China;

3.Wuhan Cigarette Factory, Hubei China Tobacco Industry Co., Wuhan, Hubei 430048, China

Abstract: Objective To investigate the effects of the interaction between occupational noise exposure and arterial stiffness on blood glucose, so as to provide insights into for early prevention of diabetes among workers exposed to occupational noise. **Methods** A total of 518 noise workers were selected from a tobacco plant in Wuhan City. Participants' gender, age and work duration were collected using questionnaire surveys, and participants' height and weight were measured. Blood glucose and arterial stiffness were detected, and the noise intensity was measured in working environments with a personal noise dosimeter. The effects of occupational noise exposure, arterial stiffness and their interactions on blood glucose were examined using a multiple linear regression model. **Results** A total of 518 workers were included, with 398 males (76.83%), a mean age of (40.85±10.68) years, a mean working age of (19.50±12.69) years, a mean body mass index of (23.66±3.31) kg/m², and a mean blood glucose level of (5.15±0.99) mmol/L. There were 247 workers with occupational noise exposure (47.68%) and 175 workers with arterial stiffness (33.78%). Multiple linear regression analysis showed significant associations of noise ($\beta=0.112$) and arterial stiffness ($\beta=0.168$) with blood glucose, and there was an additive interaction between noise and arterial stiffness on blood glucose ($\beta=0.314$). **Conclusion** The interaction between occupational noise and arterial stiffness affects blood glucose.

Keywords: noise; arterial stiffness; blood glucose

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2023.02.004

基金项目: 武汉市卫生健康科研基金资助项目(WG16B08)

作者简介: 倪蕾, 硕士, 主任医师, 主要从事职业健康管理工

通信作者: 陈振龙, E-mail: 77785338@qq.com

糖尿病已成为继肿瘤、心血管疾病后第三位严重危害人类健康的慢性病。2018年我国成人糖尿病患者率较2013年增长1.5%，发病年龄中位数提前4.5岁^[1]。采用交叉滞后模型的纵向研究发现，动脉硬化和空腹血糖都是新发糖尿病的危险因素，且动脉硬化的发生优先于空腹血糖的升高^[2-3]。另有研究发现，长期噪声暴露可能导致作业工人血糖升高^[4-5]，交通噪声强度每增加10 dB(A)，10年后糖尿病患者风险增加约9%^[6]。卷烟厂生产过程中会产生稳态噪声，强度通常大于交通噪声，生产工艺流程和作业岗位稳定，便于开展噪声所致职业健康损害研究。本研究了解卷烟厂工人血糖水平，并分析职业性噪声暴露和动脉硬化交互作用对血糖水平的影响，为职业性噪声暴露人群糖尿病早期预防提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 于2021年12月选择武汉市某卷烟厂518名作业工人为研究对象。纳入标准：工龄 ≥ 2 年。排除标准：患有肿瘤、未控制的高血压、糖尿病、冠心病等慢性病；服用降糖药物或使用胰岛素。本研究通过武汉市职业病防治院伦理审查，审批号：2021年伦审科第(13)号。研究对象均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 一般情况调查 采用自行设计的调查问卷面对面收集研究对象的性别、年龄、工龄、吸烟、饮酒和锻炼情况。测量身高和体重，计算体质指数(BMI)。吸烟指每天至少吸1支烟，持续6个月以上。戒烟指停止吸烟6个月以上。锻炼指每次规律性运动至少20 min，每月不少于2次。

1.2.2 作业环境噪声测量 依据GBZ/T 189.8—2007《工作场所物理因素测量 第8部分：噪声》^[7]，采用个人声暴露计(QUEST Noisepro, 美国3M公司)测量卷包车间、制丝车间和动力车间共28个工作位点的噪声强度，每个工作位点检测3次后取平均值。依据GBZ 2.2—2007《工作场所有害因素职业接触限值 第二部分：物理因素》^[8]，以平均噪声强度 > 85 dB(A)为存在噪声暴露。

1.2.3 血糖检测和动脉硬化检查 采集研究对象空腹(> 10 h)肘静脉血2 mL，采用全自动生化仪葡萄糖氧化酶法测定血糖。由经过培训的医师按照设备操作说明，采用动脉硬化检测装置[BP-203RPE III, 欧姆龙健康医疗(中国)有限公司]检查动脉硬化程度。检查室温度为25℃，受检者静息5 min后取仰卧位，分别测量上、下肢血压；同时将左、右上肢电

夹放置于手腕内侧，心音传感器放置于第4肋间胸骨左缘。以左、右两侧臂踝脉搏波传导速度(baPWV)中较大的值 ≥ 14 m/s判定为动脉硬化^[3]。

1.3 统计分析 采用EpiData 3.1软件录入数据，采用R 4.1.2软件统计分析。定性资料采用相对数描述。定量资料服从正态分布，采用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)描述，组间比较采用 t 检验或单因素方差分析。血糖的影响因素分析采用多重线性回归模型。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况 调查518人，其中男性398人，占76.83%；女性120人，占23.17%。年龄为(40.85 \pm 10.68)岁；工龄为(19.50 \pm 12.69)年。BMI为(23.66 \pm 3.31) kg/m²。吸烟191人，占36.87%。饮酒87人，占16.80%。锻炼149人，占28.76%。职业性噪声暴露247人，占47.68%。动脉硬化175例，占33.78%。

2.2 卷烟厂作业工人血糖水平比较 作业工人血糖为(5.15 \pm 0.99) mmol/L。职业性噪声暴露、动脉硬化、男性、年龄 ≥ 45 岁、工龄 ≥ 20 年、BMI ≥ 24 kg/m²和已戒烟的作业工人血糖水平较高($P < 0.05$)。见表1。

2.3 职业性噪声暴露和动脉硬化对血糖水平的影响 以血糖为因变量，以职业性噪声暴露、动脉硬化、职业性噪声暴露与动脉硬化交互为自变量，调整性别、年龄、BMI、吸烟、饮酒频率和锻炼进行多重线性回归分析。结果显示，职业性噪声暴露和动脉硬化均与血糖水平存在统计学关联，且职业性噪声暴露与动脉硬化对血糖水平的影响存在交互作用。见表2。

3 讨论

本研究结果显示，职业性噪声暴露和动脉硬化均与血糖升高存在统计学关联，且二者间存在交互作用，共同促进血糖升高。

噪声是重要的环境因素，可增加糖尿病发病风险。队列研究发现长期暴露于公路、铁路和飞机噪声均可增加糖尿病发病风险，糖尿病成为交通噪声所致疾病负担的重要组成部分^[6, 9]。但职业性噪声暴露对糖尿病以及空腹血糖升高的影响研究较少，且研究结果^[10-12]不一致。有研究在样本量超过100万的人群中发现暴露于职业性噪声可增加妊娠糖尿病的发病风险，且这种效应在首次怀孕的全职工人中更为明显^[10]。廖雅静等^[11]对钢铁工人的调查发现职业性噪

表 1 卷烟厂作业工人血糖水平比较

Table 1 Comparison of blood glucose among workers in a tobacco plant

项目	调查人数	构成比/%	血糖水平 ($\bar{x}\pm s$)	<i>t/F</i> 值	<i>P</i> 值
职业性噪声暴露				-2.294	0.022
是	247	47.68	5.25±1.08		
否	271	52.32	5.05±0.90		
动脉硬化				-6.371	<0.001
是	175	33.78	5.53±1.48		
否	343	66.22	4.96±0.53		
性别				2.022	0.044
男	398	76.83	5.20±1.04		
女	120	23.17	4.99±0.81		
年龄/岁				-4.472	<0.001
<45	322	62.16	4.98±0.63		
≥45	196	37.84	5.44±1.36		
工龄/年				-4.810	<0.001
<20	283	54.63	4.96±0.60		
≥20	235	45.37	5.37±1.29		
BMI/ (kg/m ²)				-2.856	0.004
<24	294	56.76	5.04±0.93		
≥24	224	43.24	5.29±1.06		
吸烟				8.718 ^a	<0.001
现在吸烟	191	36.87	5.23±1.08		
已戒烟	66	12.74	5.53±1.47		
不吸烟	261	50.39	5.00±0.72		
饮酒频率/ (次/周)				2.270 ^a	0.130
0	431	83.20	5.10±0.97		
1~	48	9.27	5.04±1.58		
3~	18	3.47	5.17±0.46		
≥4	21	4.05	5.19±0.89		
锻炼				-1.354	0.176
是	149	28.76	5.24±1.06		
否	369	71.24	5.11±0.97		

注：^a表示 *F* 值；该列其他项均为 *t* 值。

声暴露与糖尿病前期发病风险增加有关。也有研究认为职业性噪声暴露和糖尿病间不存在统计学关联^[12]。研究结果差异可能受噪声强度、接触时间、检测方法和样本量等因素的影响。此外，多中心回顾性研究发现，职业性噪声暴露与空腹血糖升高有关，提示控制职业性噪声暴露可降低糖尿病前期的发病风险^[13]。噪声可通过调节下丘脑-垂体-肾上腺轴引起皮质醇和肾上腺素水平升高，进而增加胰岛素抵抗，导致血

表 2 血糖影响因素的多重线性回归分析

Table 2 Multivariable linear regression analysis of factors affecting blood glucose

变量	参照组	β	$s_{\bar{x}}$	β'	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
职业性噪声暴露						
有	无	0.223	0.083	0.112	2.702	0.007
动脉硬化						
有	无	0.353	0.102	0.168	3.466	0.001
职业性噪声暴露* 动脉硬化		0.421	0.174	0.314	2.412	0.016
年龄		0.015	0.005	0.157	3.036	0.003
BMI		0.034	0.013	0.112	2.606	0.009
饮酒频率/ (次/周)						
≥4	0	0.688	0.217	0.136	3.166	0.002
3~		-0.265	0.233	-0.049	-1.136	0.257
1~		-0.129	0.151	0.037	-0.854	0.394
常量		3.095	0.355		8.726	<0.001

糖未得到充分利用^[14]。动物实验发现，慢性噪声使血糖和皮质酮水平升高，实验大鼠在停止噪声暴露 14 天后，肝中糖原和三酰甘油水平仍然升高，并通过胰岛素诱导的胰岛素受体/胰岛素受体底物 1/糖原合成酶激酶-3 β 信号传导通路损害肝胰岛素的产生，导致血糖升高^[15]。因此，噪声可能通过激活自主神经系统和内分泌系统，调节应激激素水平，影响血糖的生成和代谢^[16]。

动脉硬化也是糖尿病的危险因素^[3, 17-18]。一项对韩国女性健康人群的研究发现动脉硬化与空腹血糖升高呈正相关^[19]。动脉硬化可导致毛细血管损伤，引起肝和胰腺功能障碍，导致葡萄糖代谢障碍、胰岛素抵抗和空腹血糖升高^[3]。此外，噪声和动脉硬化间存在交互作用，共同影响血糖水平。动脉硬化较严重的个体，由于肝和胰腺功能受损，血糖水平可能更容易受到噪声的影响，但还需要更多的研究加以证实。

本研究为横断面研究设计，无法证实动脉硬化与血糖水平之间的因果关系，研究结论需进一步在职业人群中开展队列研究加以证实。本研究的对照人群为同一工厂不同车间的工人，噪声强度虽显著低于暴露组的噪声强度，但高于一般人群的噪声接触水平，后续的研究将以更低水平噪声暴露人群作为参照，分析噪声对血糖水平的效应。

参考文献

[1] WANG L, PENG W, ZHAO Z, et al. Prevalence and treatment of diabetes in China, 2013-2018 [J]. JAMA, 2021, 326 (24): 2498-2506.

- [2] MUHAMMAD I F, BORNÉ Y, ÖSTLING G, et al. Arterial stiffness and incidence of diabetes: a population-based cohort study [J]. *Diabetes Care*, 2017, 40 (12): 1739-1745.
- [3] ZHENG M, ZHANG X, CHEN S, et al. Arterial stiffness preceding diabetes: a longitudinal study [J]. *Circ Res*, 2020, 127 (12): 1491-1498.
- [4] 池浩芳, 路浚齐, 曾文锋, 等. 噪声暴露对某汽车灯具生产公司员工血糖和血脂水平的影响 [J]. *职业卫生与应急救援*, 2020, 38 (4): 369-372.
- [5] 丁丽花, 孙荣斌, 吴琨, 等. 噪声对作业工人血压和血糖的影响 [J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2020, 38 (1): 32-36.
- [6] THACHER J D, POULSEN A H, HVIDTFELDT U A, et al. Long-term exposure to transportation noise and risk for type 2 diabetes in a nationwide cohort study from Denmark [J/OL]. *Environ Health Perspect*, 2021, 129 (12) [2022-12-01]. <https://doi.org/10.1289/EHP9146>.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 工作场所物理因素测量 第8部分: 噪声: GBZ/T 189.8—2007 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [8] 中华人民共和国卫生部. 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分: 物理因素: GBZ 2.2—2007 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [9] SHIN S, BAI L, OIAMO T H, et al. Association between road traffic noise and incidence of diabetes mellitus and hypertension in Toronto, Canada: a population-based cohort study [J/OL]. *J Am Heart Assoc*, 2020, 9 (6) [2022-12-01]. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.013021>.
- [10] LISSÅKER C T, GUSTAVSSON P, ALBIN M, et al. Occupational exposure to noise in relation to pregnancy-related hypertensive disorders and diabetes [J]. *Scand J Work Environ Health*, 2021, 47 (1): 33-41.
- [11] 廖雅静, 许楚璇, 马崇洪, 等. 职业有害因素对钢铁工人糖尿病前期的影响 [J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41 (6): 929-933.
- [12] KACEM I, KAHLOUL M, MAOUA M, et al. Occupational noise exposure and diabetes risk [J/OL]. *J Environ Public Health*, 2021 [2022-12-01]. <https://doi.org/10.1155/2021/1804616>.
- [13] KIM S, YUN B, LEE S, et al. Occupational noise exposure and incidence of high fasting blood glucose: a 3-year, multicenter, retrospective study [J/OL]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18 (17) [2022-12-01]. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179388>.
- [14] SAID M A, EL-GOHARY O A. Effect of noise stress on cardiovascular system in adult male albino rat: implication of stress hormones, endothelial dysfunction and oxidative stress [J]. *Gen Physiol Biophys*, 2016, 35 (3): 371-377.
- [15] CUI B, GAI Z H, SHE X, et al. Effects of chronic noise on glucose metabolism and gut microbiota-host inflammatory homeostasis in rats [J/OL]. *Sci Rep*, 2016, 6 [2022-12-01]. <https://doi.org/10.1038/srep36693>.
- [16] KUPCIKOVA Z, FECHT D, RAMAKRISHNAN R, et al. Road traffic noise and cardiovascular disease risk factors in UK Biobank [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42 (21): 2072-2084.
- [17] WU Y T, HAN X, GAO J L, et al. Individual and combined contributions of age-specific and sex-specific pulse pressure and brachial-ankle pulse wave velocity to the risk of new-onset diabetes mellitus [J/OL]. *BMJ Open Diabetes Res Care*, 2021, 9 (1) [2022-12-01]. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjdc-2020-001942>.
- [18] 徐妍, 刘维波, 陈赛君, 等. 老年2型糖尿病患者动脉硬化与靶器官损害研究 [J]. *预防医学*, 2018, 30 (1): 46-50.
- [19] CHOI K M, LEE K W, SEO J A, et al. Relationship between brachial-ankle pulse wave velocity and cardiovascular risk factors of the metabolic syndrome [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2004, 66 (1): 57-61.

收稿日期: 2022-09-14 修回日期: 2022-12-01 本文编辑: 吉兆洋

欢迎广大卫生健康科技工作者向《预防医学》投稿

www.zjfyxzz.com