

倒班工作与吸烟及其交互作用对钢铁工人 焦虑抑郁的影响

朱红敏¹, 张尚明珠¹, 王丹¹, 武建辉², 张秀军¹

1. 华北理工大学公共卫生学院, 河北 唐山 063210; 2. 河北省煤矿健康卫生安全重点实验室

摘要:目的 探讨吸烟和倒班工作对钢铁工人焦虑、抑郁及其共病焦虑抑郁症状(CAD)的独立影响及交互作用。方法 选取2017年3~9月参加职业健康体检的某钢铁企业工人为研究对象。焦虑、抑郁症状及CAD均采用SAS自评问卷和SDS自评问卷评估,工人的基本信息、人口学特征、吸烟情况、倒班情况等使用《健康评估调查表》采集。采用限制性立方样条(RCS)模型分析倒班加权指数(WSI)和吸烟指数与CAD的剂量-反应关系;根据赤池信息准则(AIC)对WSI进行分组。采用logistic回归分析吸烟和倒班工作(WSI)与焦虑、抑郁和CAD的关系,并探讨两者对CAD的交互影响。结果 本研究共纳入3 657名工人,焦虑、抑郁和CAD的检出率分别为28.63%、27.15%和22.52%。WSI > 159和吸烟指数 ≥ 200 均为焦虑、抑郁及CAD的独立危险因素。吸烟与倒班对CAD存在相乘交互作用和协同作用,交互作用指数(SI)、交互作用相对超额危险度比(RERI)、交互作用归因比(AP)分别为11.86(8.54~16.47)、28.94(8.42~49.47)、0.89(0.84~0.93)。结论 吸烟和倒班工作均增加焦虑、抑郁及其共病风险,两者同时存在时对钢铁工人CAD的协同作用更显著,应采取健康管理措施改善心理健康。

关键词:倒班指数;吸烟指数;焦虑;抑郁;共病焦虑抑郁;交互作用

中图分类号:R749.4 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2025)10-1754-08

DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202501035

Effects of smoking and shift work and their interaction on anxiety and depression in steelworkers

ZHU Hong-min*, ZHANG Shang-ming-zhu, WANG Dan, WU Jian-hui, ZHANG Xiu-jun

* School of Public Health, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei 063210, China

Abstract: Objective To investigate the independent effects and interaction of smoking and shift work on anxiety, depression, and Comorbid Anxiety and Depressive symptoms (CAD) among steelworkers. **Methods** Steelworkers undergoing occupational health check-ups from March to September 2017 were studied. Anxiety, depressive symptoms and CAD were assessed using the SAS self-assessment questionnaire and the SDS self-assessment questionnaire. Basic information of workers, demographic characteristics, smoking, and shift data were collected using the Health Assessment Questionnaire. The shift-weighted index (WSI) and smoking index were analyzed for the dose-response relationship between them and the CAD; the WSI were grouped according to the Akaike information criterion. Logistic regression analyzed the relationship between smoking, shift work (WSI), and anxiety, depression, and CAD. And to explore the interactive effect of both on CAD. **Results** A total of 3 657 workers were included in this study. The detection rates for anxiety, depression, and CAD were 28.63%, 27.15%, and 22.52%, respectively. WSI > 159 and a smoking index ≥ 200 were independent risk factors for these conditions. Smoking and shift work showed multiplicative and synergistic effects on CAD, with SI, RERI, and AP of 11.86 (8.54-16.47), 28.94 (8.42-49.47), and 0.89 (0.84-0.93), respectively. **Conclusion** Both smoking and shift work increase the risk of anxiety, depression, and their comorbidity. Their combined presence significantly elevates CAD risk in steelworkers. Proper health management measures are recommended to improve mental health.

Keywords: WSI; Smoke index; Anxiety; Depressive symptoms; Comorbid Anxiety and Depressive symptoms; Interactive effect

焦虑和抑郁是全球性心理健康问题。抑郁以持续的情绪低落、兴趣减退和认知功能受损为主要特征,是造成慢性疾病负担的第二大因素^[1]。焦虑通常包括持续性恐惧、回避可感知的威胁及可能的惊恐发作^[2]。在全球疾病负担中排名前 25 位^[3],每年导致全球劳动生产率损失超过 1 万亿美元^[4]。它们不仅单独存在,还常常共病出现。共病焦虑和抑郁症状(Comorbid Anxiety and Depressive symptoms, CAD)者的病情往往更为复杂,且呈年轻化发展^[2,5]。已经对公共卫生构成了重大挑战。

研究显示,吸烟增加抑郁风险,且存在剂量依赖性,戒烟可显著改善抑郁、焦虑等症状,提升心理幸福感^[6],效果与抗抑郁药相当^[7]。然而, Yao 等^[8]则认为,抑郁症的遗传易感性可能促使个体采取吸烟行为作为一种自我调节情绪的方式,而不是吸烟直接导致抑郁症状。此外,轮班工人因生物钟紊乱^[9],患抑郁症和焦虑症风险高出 25% 至 40%^[10],中度及以上心理问题发生率可达 21.2%^[11]。它们对心理健康存在多因素影响。据报道,吸烟和 BMI 等生活方式因素可解释倒班工作与抑郁、焦虑相关性的 31.3% 和 21.2%^[10]。这表明倒班工作对心理健康的影响可能是多维度的,可能还受到其他未被考虑的因素影响,如吸烟等。但目前对倒班与吸烟的联合作用对 CAD 的影响研究较少。因此,本研究旨在探讨吸烟和倒班工作对焦虑、抑郁和 CAD 的独立影响,及其交互作用是否会导致工人出现更高水平的 CAD,为保护钢铁工人的心理健康提供理论依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 为 2017 年 3~9 月参加职业体检的某钢铁企业工人,纳入标准:自愿参与研究;排除标准:非一线在岗工人,工龄 < 1 年;患严重神经系统疾病、双相障碍、其他精神疾病及物质滥用者;信息不完整者。该企业共 8646 名工人参加体检,经筛选,3 657 名纳入研究,见图 1。所有参与者均知情同意,本研究经华北理工大学医学伦理审查委员会批准(批准号:16040)。

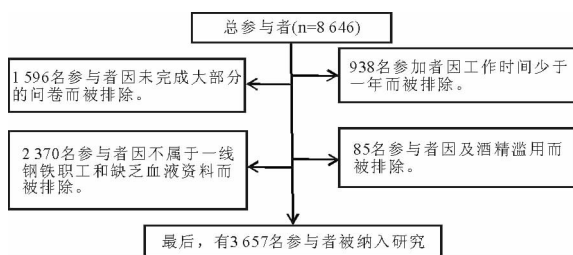


图 1 研究对象的选择

Fig. 1 Selection of the study subjects

1.2 问卷调查 本研究使用自制《健康评估调查表》,培训调查员一对一采集钢铁工人的基本信息、人口学特征、疾病史、倒班情况及生活方式(饮食、运动、吸烟、饮酒)等数据。

1.3 体格检查 身高体重测量使用德康 DK-08-C 超声波身高体重仪,被测者摘掉身上不相干物品,重复 2 次取均值。

1.4 血生化检测 要求钢铁工人禁食 ≥ 8 h,倒班者在休息日抽血,用 Mindray BS-800 生化仪 4 小时内检测血糖、HDL-C、LDL-C 等指标。

1.5 相关变量定义

1.5.1 焦虑和抑郁的评估 采用抑郁自评量表(SDS)和焦虑自评量表(SAS)进行^[12]。SDS 和 SAS 均包含 20 个项目,采用 4 级评分,计算粗分后乘以 1.25 并取整得到标准分,标准分 ≥ 50 分分别表示抑郁和焦虑。若工人 SDS 和 SAS 得分均 ≥ 50 分,则诊断为共病焦虑和抑郁症状(CAD),并分为共病组和非共病组。

1.5.2 吸烟情况及吸烟指数评估 吸烟情况分为从不吸烟、已戒烟和现在吸烟三种。已戒烟指调查时已至少半年不吸烟。吸烟指数通过以下公式计算:
吸烟指数(包年) = 每日吸烟量(包) × 吸烟时间(年)

其中每包 20 支。根据指数,工人分为不吸烟或轻度吸烟(< 200)、中度吸烟(200~400),及重度吸烟(> 400)。

1.5.3 倒班加权指数(Weighted Shift Index, WSI)的评估 本研究中轮夜班主要是四班三运转制和三班两运转制,被分为现在倒班、过去倒班和从不倒班。持续某一特定时间工作或倒班 < 1 年被定义为从不倒班。WSI 计算公式如下:

$$WSI = \sum T = T_1 + T_2 + \dots + T_n$$

其中, T 表示上夜班的时间, n 是上夜班的天数。

1.5.4 协变量评估 积极/消极事件:消极事件如失业、退休、物品损失/生意失败等;积极事件如家庭成员婚礼、新工作或家庭成员出生等;

体脂百分比(Body Fat Percentage, BF%):

$$BF\% = (1.20 \times BMI) + (0.23 \times \text{年龄}) - (10.8 \times \text{性别}) - 5.4$$

其中男性性别为 1, 女性为 0。男性 BF% ≥ 25%、女性 BF% ≥ 36% 为超重;男性 BF% ≥ 30%、女性 BF% ≥ 42% 为肥胖;体质指数(Body Mass Index, BMI) = 体重(kg) / 身高²(m²);

体力活动:根据国际身体活动量表分为轻、中和重度^[13];

饮酒情况:分为从不饮酒、已戒酒和现在饮酒;

社会支持:采用肖水源社会支持评定量表(Social Support Rating Scale,SSRS)定义^[14],总分 < 23 分为低支持,23 ~44 分为中度支持,> 44 分为高支持;

睡眠质量^[15]:采用阿森斯失眠量表(Athens Insomnia Scale,AIS)进行测评。AIS < 4 为无睡眠障碍,4 ≤ AIS ≤ 6 为可疑失眠,AIS > 6 为失眠;

职业紧张:采用修订的中文版工作内容问卷(Job Content Questionnaire,JCQ)^[16]进行测评;

高温、噪声、粉尘暴露情况均通过问卷以“是”和“否”定义。

1.6 统计分析 分类变量用率或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用限制性立方样条(RCS)模型分析 WSI 和吸烟指数与焦虑、抑郁及 CAD 的剂量-反应关系;根据赤池信息准则(Akaike information criterion,AIC)对 WSI 进行分组。并采用 RCS 模型分析

两个变量对 CAD 的交互作用。使用多因素 logistic 回归模型分析 WSI 和吸烟指数与焦虑、抑郁和 CAD 的关系及两者的相乘交互作用。并计算交互作用指数(SI)、相对超额危险度比(RERI)和交互作用归因比(AP)来评价相加交互作用。为控制多重共线性问题,后续分析引入 Benjamini-Hochberg 程序来校正 P 值,以控制错误发现率(FDR)。上述所有的统计分析都使用 R 软件(版本 4.2.2)进行。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 钢铁工人的基本特征 本研究共包括了 3 657 名参与者,平均年龄为 45(36,49)岁。焦虑、抑郁和共病焦虑抑郁症状的检出率分别为 28.63%、27.15% 和 22.52%。见表 1。

表 1 人群特征对钢铁企业工人焦虑抑郁影响的单因素分析[n(%)]

Table 1 Univariate analysis of the effect of population characteristics on anxiety and depression among workers in steel enterprises [n(%)]

变量	焦虑			抑郁			CAD		
	否 (n=2 610)	是 (n=1 047)	P 值	否 (n=2 664)	是 (n=993)	P 值	否 (n=2 673)	是 (n=984)	P 值
年龄(岁)			<0.001			<0.001			<0.001
18~45	1 467(56.2)	285(27.2)		1 498(56.2)	254(25.6)		1 499(56.1)	253(25.7)	
46~60	1 143(43.8)	762(72.8)		1 166(43.8)	739(74.4)		1 174(43.9)	731(74.3)	
性别			<0.001			<0.001			<0.001
女	209(8.0)	51(4.9)		213(8.0)	47(4.7)		213(8.0)	47(4.8)	
男	2 401(92.0)	996(95.1)		2 451(92.0)	946(95.3)		2 460(92.0)	937(95.2)	
教育程度			<0.001			<0.001			<0.001
小学及以下	30(1.1)	19(1.8)		30(1.1)	19(1.9)		30(1.1)	19(1.9)	
初中或高中	1 905(73.0)	903(86.2)		1 945(73.0)	863(86.9)		1 954(73.1)	854(86.8)	
大专及以上	675(25.9)	125(11.9)		689(25.9)	111(11.2)		689(25.8)	111(11.3)	
婚姻状况			0.030			0.030			0.030
未婚	109(4.2)	25(2.4)		111(4.2)	23(2.3)		111(4.2)	23(2.3)	
已婚或再婚	2 438(93.4)	993(94.8)		2 488(93.4)	943(95.0)		2 497(93.4)	934(94.9)	
离异或丧偶	63(2.4)	29(2.8)		65(2.4)	27(2.7)		65(2.4)	27(2.7)	
饮酒状况			<0.001			<0.001			<0.001
从不饮酒	1 613(61.8)	548(52.3)		1 645(61.7)	516(52.0)		1 649(61.7)	512(52.0)	
过去饮酒	73(2.8)	32(3.1)		73(2.7)	32(3.2)		74(2.8)	31(3.2)	
现在饮酒	924(35.4)	467(44.6)		946(35.5)	445(44.8)		950(35.5)	441(44.8)	
睡眠质量			<0.001			<0.001			<0.001
无睡眠障碍	1 367(52.4)	519(49.6)		1 378(51.7)	508(51.2)		1 385(51.8)	501(50.9)	
可疑失眠	561(21.5)	185(17.7)		565(21.2)	181(18.2)		566(21.2)	180(18.3)	
失眠	682(26.1)	343(32.8)		721(27.1)	304(30.6)		722(27.0)	303(30.8)	
高尿酸血症			<0.001			<0.001			<0.001
否	2 235(85.6)	932(89.0)		2 283(85.7)	884(89.0)		2 292(85.7)	875(88.9)	
是	375(14.4)	115(11.0)		381(14.3)	109(11.0)		381(14.3)	109(11.1)	
高温			<0.001			0.820			0.800
否	1 140(43.7)	414(39.5)		987(37.0)	372(37.5)		990(37.0)	369(37.5)	
是	1 570(56.3)	633(60.5)		1 677(63.0)	621(62.5)		1 683(63.0)	615(62.5)	
噪声			<0.001			0.220			0.260
否	823(32.5)	223(31.3)		747(28.0)	299(30.1)		751(28.1)	295(30.0)	
是	1 787(68.5)	824(78.7)		1 917(72.0)	694(69.9)		1 922(71.9)	689(70.0)	
粉尘			0.050			0.630			0.540
否	1 352(51.8)	580(55.4)		1 401(52.6)	531(53.5)		1 404(52.5)	528(53.7)	
是	1 258(48.2)	467(44.6)		1 263(47.4)	462(46.5)		1 269(47.5)	456(46.3)	

注:变量分布以[n(%)]描述,统计量均为 χ^2 值。CAD: Comorbid Anxiety and Depressive symptoms.

2.2 不同特征对钢铁企业工人焦虑抑郁影响的单因素分析 经比较,在人口学特征上,年龄 46~60 岁者在焦虑、抑郁及共病组中比例分别为 72.8%、74.6% 和 74.3%,高于未检出组,差异有统计学意义($P < 0.001$)。男性工人在焦虑、抑郁和 CAD 组中的比例高于女性,差异有统计学意义($P < 0.001$)。学历为初中或高中者在检出组与未检出组中占比最高,大专及以上学历人群检出组占比低于对照组,差异显著($P < 0.001$)。婚姻状况中,已婚或再婚、离异或丧偶者检出比例高于未检出组,差异有统计学意义($P = 0.03$)。在身体健康状况方面,检出焦虑、抑郁和 CAD 组中失眠者和高尿酸血症者的比例高于未检出组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。行为生活方式上,焦虑、抑郁和 CAD 组现在饮酒者比例高于对照组,差

异有统计学意义(均 $P < 0.001$)。职业因素方面,焦虑组中暴露于高温和噪声的工人比例高于不暴露者,差异显著(均 $P < 0.001$)。但在抑郁组和共病组中,这一比例低于对照组,且两组分布无统计学差异(均 $P > 0.05$)。尚未发现肥胖、积极或消极事件、社会支持、超负荷、糖尿病、职业紧张以及暴露于粉尘等方面的统计学差异(均 $P > 0.05$),见表 1。

2.3 吸烟和倒班情况对钢铁企业工人焦虑抑郁影响的单因素分析 经比较,发现焦虑组、抑郁组和 CAD 组现在倒班的工人比例分别为 77.6%、77.7% 和 78.2%,均高于未检出组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。焦虑组、抑郁组和 CAD 组现在吸烟的比例均高于未检出组,差异均具有统计学意义(均 $P < 0.001$)。见表 2。

表 2 吸烟和倒班情况对钢铁企业工人焦虑、抑郁和 CAD 影响的单因素分析 [n (%)]

Table 2 Univariate analysis of the effects of smoking and shift work on anxiety, depression and CAD among workers in steel enterprises [n (%)]

变量	焦虑			抑郁			CAD		
	否 ($n=2\ 610$)	是 ($n=1\ 047$)	P 值	否 ($n=2\ 664$)	是 ($n=993$)	P 值	否 ($n=2\ 673$)	是 ($n=984$)	P 值
倒班情况			<0.001			<0.001			<0.001
从不倒	807(30.9)	41(3.9)		810(30.4)	38(3.8)		816(30.5)	32(3.2)	
过去倒	402(15.4)	194(18.5)		412(15.5)	184(18.5)		413(15.5)	183(18.6)	
现在倒	1 401(53.7)	812(77.6)		1 442(54.1)	771(77.7)		1 444(54.0)	769(78.2)	
吸烟状况			<0.001			<0.001			<0.001
从不吸	1 070(41.0)	348(33.2)		1 106(41.5)	312(31.4)		1 106(41.4)	312(31.7)	
已戒烟	166(6.4)	39(3.7)		166(6.2)	39(3.9)		166(6.2)	39(4.0)	
现在吸	1 374(52.6)	660(63.1)		1 392(52.3)	642(64.7)		1 401(52.4)	633(64.3)	

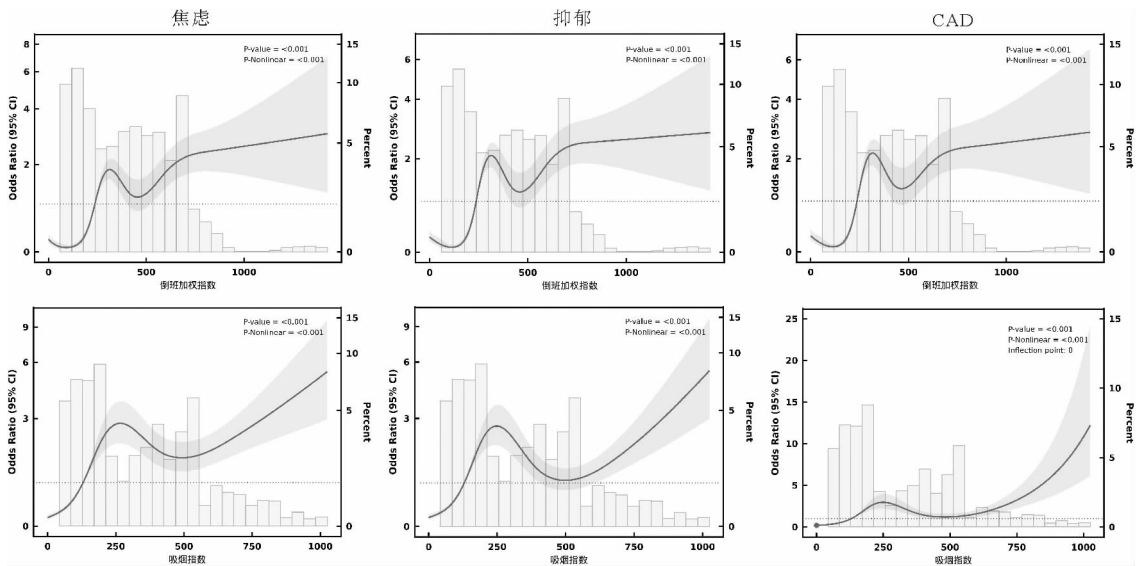


图 2 吸烟指数和 WSI 与焦虑、抑郁及 CAD 的限制性立方样条模型

Fig. 2 Restricted cubic spline models of smoking index and WSI with Anxiety, Depressive symptoms, and CAD

2.4 WSI 和吸烟指数对钢铁企业工人焦虑抑郁影响的单因素分析 用限制性立方样条(RCS)拟合 WSI

和吸烟指数与 CAD 关系,基于 AIC 分组(图 2)。最终选择 4 个节点(P_5 、 P_{35} 、 P_{65} 、 P_{95})拟合的模型,将其

分为 5 段 (<54.6 = 1, 54.6 ~ 159 = 2, 160 ~ 388 = 3, 389 ~ 590 = 4, >590 = 5)。两者与焦虑、抑郁及 CAD 呈非线性剂量反应, 关联性和非线性均显著 ($P < 0.001$)。按百分数 (36%、65% 和 95%) 将 WSI 分低、中、高三个水平, 分析吸烟指数和 WSI 对 CAD 影响。图 3 显示, 吸烟指数对 CAD 的影响受 WSI 水平调节, 交互作用在高 WSI 水平显著。此外, 焦虑组中吸烟指数在 200 ~ 400 和 > 400 所占比例为 30.2% 和 42.4%, 抑郁组的比例分别为 31.0% 和 31.3%, CAD 组的比例分别为 31.3% 和 39.5%, 均高于未检出组, 有统计学差异 ($P < 0.001$); 在 WSI 方面, 焦虑组、抑郁组和 CAD 组在 159 ~ 时所占比例也均高于未检出组, 差异有统计学意义 ($P < 0.001$), 见表 3。

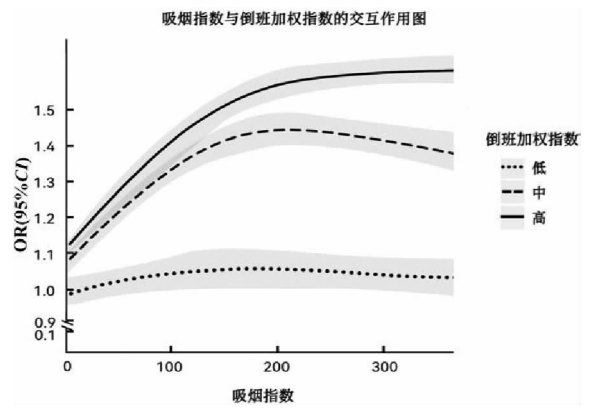


图 3 吸烟指数和 WSI 对 CAD 影响的 RCS 模型预测
Fig. 3 RCS model prediction of the effect of smoking index and WSI on CAD

表 3 WSI 和吸烟指数对钢铁企业工人焦虑、抑郁和 CAD 影响的单因素分析 [n (%)]

Table 3 Univariate analysis of the effects of WSI and smoking index on Anxiety, Depression, and CAD in steelworkers [n (%)]

变量	焦虑			抑郁			CAD		
	否 (n=2 610)	是 (n=1 047)	P 值	否 (n=2 664)	是 (n=993)	P 值	否 (n=2 673)	是 (n=984)	P 值
WSI 分段			<0.001			<0.001			<0.001
<54.6	657 (25.2)	74 (7.1)		655 (24.6)	76 (7.7)		657 (24.6)	74 (7.5)	
54.6 ~ 159	675 (25.9)	48 (4.6)		683 (25.6)	40 (4.0)		687 (25.7)	36 (3.7)	
160 ~ 388	490 (18.8)	236 (22.5)		505 (19.0)	221 (22.3)		506 (18.9)	220 (22.4)	
389 ~ 590	413 (15.8)	307 (29.3)		427 (16.0)	293 (29.5)		428 (16.0)	292 (29.7)	
>590	375 (14.4)	382 (36.5)		394 (14.8)	363 (36.6)		395 (14.8)	362 (36.8)	
吸烟指数分段 (包年)			<0.001			<0.001			<0.001
<200	1 887 (72.3)	287 (27.4)		1 887 (70.8)	287 (28.9)		1 887 (70.6)	287 (29.2)	
200 ~ 400	313 (12.0)	316 (30.2)		321 (12.1)	308 (31.0)		321 (12.0)	308 (31.3)	
>400	410 (15.7)	444 (42.4)		456 (17.1)	398 (40.1)		465 (17.4)	389 (39.5)	

2.5 倒班和吸烟暴露对钢铁企业工人焦虑、抑郁和共病焦虑抑郁症状的多因素分析 表 4 显示, 调整混杂因素后, 焦虑症状分析中, 吸烟指数 200 ~ 400 和 > 400 的工人检出风险更高, $OR(95\% CI)$ 分别为 1.75 (0.99 ~ 3.08) 和 3.96 (2.85 ~ 5.50)。WSI 为 54.6 ~ 159 时, 焦虑风险降低, $OR(95\% CI)$ 为 0.32 (0.21 ~ 0.50); 而 WSI 在 160 ~ 388, 389 ~ 590 和 > 590 时, 风险增加, $OR(95\% CI)$ 分别为 1.94 (1.91 ~ 4.86)、2.11 (1.27 ~ 2.97) 和 2.37 (1.30 ~ 4.34)。抑郁症状分析中, 吸烟指数 200 ~ 400 和 > 400 的工人检出风险更高, $OR(95\% CI)$ 分别为 1.09 (1.62 ~ 1.92) 和 3.61

(2.60 ~ 5.01)。WSI 为 54.6 ~ 159 时, 为保护因素, $OR(95\% CI)$ 为 0.26 (0.16 ~ 0.41); WSI 在 160 ~ 389 ~ 和 > 590 时为危险因素, $OR(95\% CI)$ 分别为 1.87 (1.23 ~ 2.84)、2.29 (1.02 ~ 5.16) 和 2.49 (1.38 ~ 4.47)。在 CAD 方面, 吸烟指数 200 ~ 400 和 > 400 为危险因素, $OR(95\% CI)$ 分别为 1.85 (1.12 ~ 3.07) 和 3.99 (2.98 ~ 5.35)。WSI 为 54.6 ~ 159 时为保护因素, $OR(95\% CI)$ 为 0.27 (0.18 ~ 0.42); WSI 在 160 ~ 388, 389 ~ 590 和 > 590 时为危险因素, $OR(95\% CI)$ 分别为 1.96 (1.34 ~ 2.88)、2.14 (1.03 ~ 4.45) 和 2.34 (1.41 ~ 4.06)。

表 4 吸烟和倒班暴露情况与钢铁工人焦虑症状、抑郁症状和 CAD 关系的 logistic 回归分析

Table 4 Logistic regression analysis of the relationship between smoking and shift exposure and Anxiety symptoms, Depressive symptoms and CAD in steel workers

变量	焦虑		抑郁		CAD	
	$OR(95\% CI)$	P 值	$OR(95\% CI)$	P 值	$OR(95\% CI)$	P 值
WSI 分段						
<54.6	1.00	-	1.00	-	1.00	-

(续表)

变量	焦虑		抑郁		CAD	
	OR(95% CI)	P 值	OR(95% CI)	P 值	OR(95% CI)	P 值
54.6 ~ 159	0.32(0.21 ~ 0.50)	<0.001	0.26(0.16 ~ 0.41)	<0.001	0.27(0.18 ~ 0.42)	<0.001
160 ~ 388	1.94(1.91 ~ 4.86)	<0.001	1.87(1.23 ~ 2.84)	<0.001	1.96(1.34 ~ 2.88)	<0.001
389 ~ 590	2.11(1.27 ~ 2.97)	<0.001	2.29(1.02 ~ 5.16)	<0.001	2.14(1.03 ~ 4.45)	<0.001
> 590	2.37(1.30 ~ 4.34)	<0.001	2.49(1.38 ~ 4.47)	0.040	2.34(1.41 ~ 4.06)	<0.001
吸烟指数分段(包年)						
< 200	1.00	-	1.00	-	1.00	-
200 ~ 400	1.75(0.99 ~ 3.08)	0.050	1.09(1.62 ~ 1.92)	<0.001	1.85(1.12 ~ 3.07)	0.020
> 400	3.96(2.85 ~ 5.50)	<0.001	3.61(2.60 ~ 5.01)	<0.001	3.99(2.98 ~ 5.35)	<0.001

注:调整了年龄、性别、教育程度、婚姻状况、家庭月收入、BF%、睡眠质量、饮酒情况、高尿酸血症和糖尿病、高温、噪声、粉尘和职业紧张。OR: Odds ratios; CI: Confidence interval. “-”表示对照组。

2.6 吸烟和倒班之间的交互作用与共病焦虑抑郁症状的关联 吸烟与倒班对 CAD 风险存在相乘交互作用($P_{交互} < 0.001$)。将吸烟指数和 WSI 分别以 200 和 159 为截断点分为两组进行交互作用分析,结果显示吸烟与倒班存在协同作用,SI、RERI、AP 分别为

11.86(95% CI:8.54 ~ 16.47)、28.94(95% CI:8.42 ~ 49.47) 和 0.89(95% CI:(0.84 ~ 0.93))。经过 Benjamini - Hochberg 方法校正后,吸烟指数与 WSI 的交互作用对 CAD 有显著影响($P < 0.001$)。见表 5。

表 5 吸烟指数与 WSI 的交互作用对共病焦虑抑郁症状(CAD)的影响

Table 5 The impact of the interaction between smoking index and shift work weighted index on CAD

变量 1	变量 2	RERI(95% CI)	AP(95% CI)	SI(95% CI)	$P_{相乘}$	FDR	显著性判断
吸烟指数(包年)	WSI	28.94(8.42 ~ 49.47)	0.89(0.84 ~ 0.93)	11.86(8.54 ~ 16.47)	<0.001	<0.001	显著

注:调整了年龄、性别、教育程度、婚姻状况、家庭月收入、BF%、饮酒情况、高尿酸血症、糖尿病、睡眠质量、高温、噪声、粉尘和职业紧张。

3 讨论

全球焦虑和抑郁构成重大疾病负担^[3,17]。钢铁工人焦虑和抑郁问题日益凸显,成为公共卫生新挑战。目前,虽缺乏直接证据,但根据孟加拉国的研究^[18],建筑工人的焦虑、抑郁的检出率分别为 17.9%、30.3%。钢铁工人因身体伤害和心理压力,抑郁和焦虑风险可能更高。本研究中,钢铁工人焦虑、抑郁和 CAD 检出率分别为 28.63%、27.15% 和 22.52%,与国内外研究差异显著。例如,中国煤矿工人焦虑、抑郁阳性检出率高达 51.1% 和 60.5%^[19],北京某区制造业工人分别为 23.40% 和 9.09%^[20]。这些差异可能源于研究领域、工具和对象不同,但均凸显职业人群的高发风险。

研究显示倒班和吸烟与抑郁和/或焦虑正相关^[6,9],共同神经递质通路是机制之一^[7]。本研究中,过去/现在倒班和现在吸烟均为焦虑、抑郁和 CAD 检出的危险因素,与主观和客观研究一致^[6-7]。吸烟指数和 WSI 与焦虑、抑郁和 CAD 均存在非线性剂量 - 反应关系,这表明倒班和吸烟对健康的影响可能随着频率和强度的增加而加剧。此外,吸烟指数 > 400 者检出焦虑、抑郁和 CAD 的风险分别为对照组的 3.96 倍、3.61 倍和 3.99 倍,同时当 WSI > 159 时,研究发

现其与焦虑、抑郁和 CAD 的风险增加呈现类似情况。有趣的是,调整混杂因素后发现,WSI 在 54.6 ~ 159 时,焦虑、抑郁和 CAD 检出风险低于 WSI < 54.6 者,这可能与工作适应和阈值效应^[21]有关。我们也观察到,高温/噪声暴露者焦虑检出率在单因素分析中略高,在抑郁和 CAD 症状则较低,可能存在阈值,超过这个阈值时高温/噪声就会对心理健康产生负面影响。也表明流行病学研究应考虑更多潜在因素,而非单一指标。

倒班和吸烟可能通过相互作用对心理健康产生更复杂影响^[22-23]。如橡胶工人研究显示,吸烟和职业暴露 PFTs(肺功能测试)有协同效应^[24],呼吸系统疾病使焦虑和抑郁的风险分别增加了 2.25 倍和 1.84 倍,这意味着倒班与吸烟对焦虑和抑郁症状可能存在未被充分探索的交互效应^[25],从机制学上来说,倒班会增加心理压力,导致社会心理应激升高,而吸烟常被用作缓解压力的手段,但反而可能增强尼古丁依赖,加重心理负担。尽管目前缺乏直接证据表明两者存在协同作用,但从现有研究来看,倒班工作和吸烟均对心理健康有负面影响,且倒班工人中吸烟行为较为普遍,暗示两者可能存在协同作用。本研究中,两者的交互作用显著加剧了 CAD 的风险,不仅存在相乘交互作用,还存在相加交互作用。具体而言,与吸烟指数 < 200 的工人比,指数为 200 ~ 400 和 > 400 在

WSI > 159 时对 CAD 的影响更为显著。此外,吸烟指数对心理健康结局的影响可能受到高 WSI 水平的调节,提示在高倒班压力下,吸烟可能对结局产生更大的负面影响。这一发现与现有研究结果一致^[22-23]。未来的研究需要进一步探讨这种交互作用的潜在机制,并考虑在不同人群中的适用性。

局限性:首先,横断面设计无法确定因果关系,需前瞻性研究证实;其次,研究对象局限于唐山地区,且钢铁企业环境特殊,男女比例失衡,外推结果需谨慎;最后,由于本研究因涉及多变量和交互作用,多重检验可能增加假阳性概率。尽管采用了交互作用分析、RCS 模型和 FDR 校正,有效降低假阳性,提高了结果的可靠^[26]。但我们也意识到任何方法都无法完全消除多重检验风险,在解释结果时需结合研究综合判断。我们的研究结果对于公共卫生政策制定者来说具有重要意义。强调需综合措施减少吸烟和改善倒班工作制度,促进工人心理健康。未来的研究应探索针对高风险群体的特定干预,深入研究相关神经生物学机制,开发针对性预防和干预措施。

4 结 论

总之,吸烟和倒班工作均与钢铁工人焦虑症状、抑郁症状及共病焦虑抑郁症状风险增加有关,且吸烟和倒班存在协同作用,两者同存时对钢铁工人共病焦虑抑郁症状的影响更显著。针对这一群体,需要特别关注其心理健康状况,并采取相应的干预措施。

致谢 作者感谢本研究的参与者和所有参与收集基线数据的成员。朱红敏提出主要研究目标,负责研究的构思与设计,研究的实施,撰写论文;朱红敏、张尚明珠、王丹进行数据的收集与整理,统计学处理,图、表的绘制与展示;武建辉进行论文的修订;武建辉、张秀军负责文章的质量控制与审查,对文章整体负责,监督管理。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] COVID-19 Mental Disorders Collaborators. Depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic[J]. *Lancet*, 2021, 398(10312): 1700-1712.
- [2] Mishra AK, Varma AR. A comprehensive review of the generalized anxiety disorder[J]. *Cureus*, 2023, 15(9): e46115.
- [3] GBD 2019 Mental Disorders Collaborators. Global, regional, and national burden of 12 mental disorders in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *The Lancet. Psychiatry*, 2022, 9(2): 137-150.
- [4] Chodavadia P, Teo I, Poremski D, et al. Prevalence and economic burden of depression and anxiety symptoms among Singaporean adults: results from a 2022 web panel[J]. *BMC Psychiatry*, 2023,

- 23(1): 104.
- [5] Huang JH, Liu XJ. Anxiety, depression, and their comorbidity among Chinese college students during the COVID-19 lockdown in the post-epidemic era: an online cross-sectional survey[J]. *BMC Psychiatry*, 2023, 23(1): 923.
- [6] Park SK, Oh CM, Kim E, et al. The longitudinal analysis for the association between smoking and the risk of depressive symptoms[J]. *BMC Psychiatry*, 2024, 24(1): 364.
- [7] Blackwell AKM, Daryan S, Roy D, et al. Integrating smoking cessation treatment into usual online psychological care for people with common mental illness: protocol for an online randomised feasibility and pilot study (ESCAPE digital)[J]. *Contemporary Clinical Trials*, 2024, 141: 107541.
- [8] Yao YH, Xu Y, Cai Z, et al. Determination of shared genetic etiology and possible causal relations between tobacco smoking and depression[J]. *Psychological Medicine*, 2021, 51(11): 1870-1879.
- [9] Xu MZ, Yin X, Gong YH. Lifestyle factors in the association of shift work and depression and anxiety[J]. *JAMA Network Open*, 2023, 6(8): e2328798.
- [10] Qian JY, Vujovic N, Nguyen H, et al. Daytime eating prevents mood vulnerability in night work[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2022, 119(38): e2206348119.
- [11] Reynolds AC, Lechat B, Melaku YA, et al. Shift work, clinically significant sleep disorders and mental health in a representative, cross-sectional sample of young working adults[J]. *Scientific Reports*, 2022, 12(1): 16255.
- [12] Ruan YJ, Lin H, Lu XR, et al. Application and value of anxiety and depression scale in patients with functional dyspepsia[J]. *BMC Psychology*, 2024, 12(1): 244.
- [13] Ren YJ, Su M, Liu QM, et al. Validation of the simplified Chinese-character version of the international physical activity questionnaire-long form in urban community-dwelling adults: a cross-sectional study in Hangzhou, China[J]. *Biomedical and Environmental Sciences*, 2017, 30(4): 255-263.
- [14] 肖水源.《社会支持评定量表》的理论基础与研究应用[J]. *临床精神医学杂志*, 1994, (2): 98-100.
- Xiao SY. Theoretical basis and research application of social support rating scale[J]. *Journal of Clinical Psychiatry*, 1994, (2): 98-100. (In Chinese)
- [15] Liu J, Glenn AL, Cui N, et al. Longitudinal bidirectional association between sleep and behavior problems at age 6 and 11 years[J]. *Sleep Medicine*, 2021, 83: 290-298.
- [16] Chien TW, Lai WP, Wang HY, et al. Applying the revised Chinese Job Content Questionnaire to assess psychosocial work conditions among Taiwan's hospital workers[J]. *BMC Public Health*, 2011, 11: 478.
- [17] Tian W, Yan GC, Xiong SZ, et al. Burden of depressive and anxiety disorders in China and its provinces, 1990-2021: findings from the Global Burden of Disease Study 2021[J]. *British Journal of Psychiatry*, 2025: 1-11.

2021, 38(11): 826-830.

Tang WW, Chen JY, Cao X, et al. Studying on the Influence of Psychological Contract on Work Performance of Community Mental Health Workers Based on The Full Mediating Role of Turnover Intention [J]. Chinese Health Service Management, 2021, 38(11): 826-830. (In Chinese)

[24] 李长春, 滕莉, 赵猛, 等. 天津市滨海新区塘沽社区卫生服务机构

妇女保健服务的工作量分析[J]. 中国卫生事业管理, 2015, 32(1): 15-17.

Li CC, Teng L, Zhao M, et al. Analysis of women's health care service workload of community health service centers in Tianjin Binhai New Area Tanggu [J]. Chinese Health Service Management, 2015, 32(1): 15-17. (In Chinese)

收稿日期: 2024-06-24

(上接第 1760 页)

[18] Haight BL, Peddie L, Crosswell AD, et al. Combined effects of cumulative stress and daily stressors on daily health [J]. Health Psychology, 2023, 42(5): 325-334.

[19] 张志花, 李蓉华, 李东芳. 煤矿工人焦虑和抑郁现状及其影响因素[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2018, 36(11): 860-863.

Zhang ZH, Li RH, Li DF. Anxiety and depression status of coal miners and related influencing factors [J]. Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases, 2018, 36(11): 860-863. (In Chinese)

[20] 张文丽, 张丽, 胡在方, 等. 北京市某区制造业工人抑郁、焦虑症状调查[J]. 预防医学, 2024, 36(9): 796-800.

Zhang WL, Zhang L, Hu ZF, et al. Depression and anxiety symptoms among manufacturing workers in a district of Beijing Municipality [J]. Preventive Medicine, 2024, 36(9): 796-800. (In Chinese)

[21] 刘爱楼, 张阔. 应激生活事件和社会支持对大学生抑郁风险预警阈值研究[J]. 中国健康心理学杂志, 2024, 32(2): 269-277.

Liu AL, Zhang K. Early warning thresholds for depression risk among college students based on stressful life events and social support [J]. Chinese Journal of Health Psychology, 2024, 32(2): 269-277. (In Chinese)

[22] Kecklund G, Axelsson J. Health Consequences of shift work and insufficient sleep [J]. BMJ, 2016, 355: i5210.

[23] Ergün D, Ergün R, Ergun B, et al. Occupational risk factors and the relationship of smoking with anxiety and depression [J]. Turkish Thoracic Journal, 2018, 19(2): 77-83.

[24] Attarchi M, Dehghan F, Afrasyabi M, et al. Combined effect of cigarette smoking and occupational exposures on lung function: a cross-sectional study of rubber industry workers [J]. Workplace Health & Safety, 2013, 61(5): 213-220.

[25] 袁莉. 慢性阻塞性肺疾病患者合并焦虑抑郁的治疗现状与研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(9): 1170-1176.

Yuan L. Current status and research progress in the treatment of patients with chronic obstructive pulmonary disease complicated with anxiety and depression [J]. Advances in Clinical Medicine, 2024, 14(9): 1170-1176. (In Chinese)

[26] Benjamini Y, Hochberg Y. Controlling the false discovery rate; a practical and powerful approach to multiple testing [J]. Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological), 1995, 57(1): 289-300.

收稿日期: 2025-01-03

(上接第 1795 页)

[10] Chen K, Yin Q, Guan J, et al. Association between the oxidative balance score and low muscle mass in middle-aged US adults [J]. Frontiers in Nutrition, 2024, 11: 1358231.

[11] Aminianfar A, Hashemi R, Emami F, et al. Associations between dietary total antioxidant capacity and sarcopenia: a cross-sectional study [J]. Nutrition Journal, 2024, 23(1): 87.

[12] Bellanti F, Lo buglio A, Quiete S, et al. Sarcopenia is associated with changes in circulating markers of antioxidant/oxidant balance and innate immune response [J]. Antioxidants, 2023, 12(11): 1992.

[13] Sullivan-Gunn MJ, Lewandowski PA. Elevated hydrogen peroxide and decreased catalase and glutathione peroxidase protection are associated with aging sarcopenia [J]. BMC Geriatrics, 2013, 13: 104.

[14] Kim J, Lee JY, Kim CY. A comprehensive review of pathological mechanisms and natural dietary ingredients for the management and prevention of sarcopenia [J]. Nutrients, 2023, 15(11): 2625.

[15] Foreman NA, Hesse AS, Ji LL. Redox signaling and sarcopenia: searching for the primary suspect [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2021, 22(16): 9045.

[16] Gueugneau M, Coudy-Gandillon C, Meunier B, et al. Lower skeletal muscle capillarization in hypertensive elderly men [J]. Experimental Gerontology, 2016, 76: 80-88.

[17] Kaur S, Rubal, Kaur S, et al. A cross-sectional study to correlate antioxidant enzymes, oxidative stress and inflammation

with prevalence of hypertension [J]. Life Sciences, 2023, 313: 121134.

[18] Griendling KK, Camargo LL, Rios FJ, et al. Oxidative stress and hypertension [J]. Circulation Research, 2021, 128(7): 993-1020.

[19] Baradaran A, Nasri H, Rafieian-Kopaei M. Oxidative stress and hypertension: Possibility of hypertension therapy with antioxidants [J]. Journal of Research in Medical Sciences: the Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences, 2014, 19(4): 358-367.

[20] Welch AA, Jennings A, Kelaiditi E, et al. Cross-sectional associations between dietary antioxidant vitamins C, E and carotenoid intakes and sarcopenic indices in women aged 18-79 years [J]. Calcified Tissue International, 2020, 106(4): 331-342.

[21] Frampton J, Murphy KG, Frost G, et al. Higher dietary fibre intake is associated with increased skeletal muscle mass and strength in adults aged 40 years and older [J]. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, 2021, 12(6): 2134-2144.

[22] Cai Z, Dong DT. Association of the oxidative balance score with sarcopenia among young and middle-aged adults: findings from NHANES 2011-2018 [J]. Frontiers in Nutrition, 2024, 11: 1397429.

收稿日期: 2024-10-17