

夜班工作与不良生活方式对铁路职工高同型半胱氨酸血症的影响

黄鑫¹, 顾浩琰¹, 陈怡然², 白研¹, 吴珊¹

1. 广东药科大学公共卫生学院, 广东 广州 510310; 2. 广州市疾病预防控制中心

摘要:目的 分析夜班工作和不良生活方式与高同型半胱氨酸血症 (hyperhomocysteinemia, HHcy) 的关联和交互作用, 为职业人群预防 HHcy 提供依据。方法 选取 2021 年 9 月—12 月在广州某三甲医院体检的 6926 名铁路职工为研究对象。采用 logistic 回归分析相关性, 限制性立方样条 (restricted cubic spline, RCS) 评估夜班年限与 HHcy 的剂量-反应关系, 交互作用分析夜班与不良生活方式对 HHcy 的影响。结果 铁路职工 HHcy 患病率为 23.3%, logistic 回归显示, 夜班 < 2.9 年 ($OR = 1.340, 95\% CI: 1.120 \sim 1.603$)、夜班频率 ≤ 1 d/w ($OR = 1.302, 95\% CI: 1.029 \sim 1.646$) 或 ≥ 4 d/w ($OR = 1.516, 95\% CI: 1.248 \sim 1.841$)、吸烟 ($OR = 1.470, 95\% CI: 1.294 \sim 1.671$)、超重 ($OR = 1.173, 95\% CI: 1.030 \sim 1.335$) 与 HHcy 患病风险呈正相关; 睡眠 > 7 h/d 和运动与 HHcy 患病风险呈负相关 ($P < 0.05$)。RCS 模型显示, 夜班年限与 HHcy 存在非线性关系 ($P_{total} < 0.001, P_{non-linear} = 0.001$)。交互作用发现, 夜班与各种不良生活方式均不存在相乘和相加交互作用 ($P > 0.05$)。在不同夜班情况人群中, 吸烟、几乎不运动、超重/肥胖、睡眠 ≤ 7 h/d 的人群患 HHcy 风险更高 ($P < 0.05$)。结论 夜班工作和不良生活方式是 HHcy 的危险因素。在不同夜班工作情况下, 吸烟、几乎不运动、超重/肥胖、睡眠 ≤ 7 h/d 均可增加患 HHcy 风险。

关键词: 夜班; 不良生活方式; 铁路职工; 同型半胱氨酸血症; 交互作用

中图分类号: R181.31 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)08-1379-08

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202409203

Effect of night shift work and unhealthy lifestyle on hyperhomocysteinemia among railway workers

HUANG Xin*, GU Hao-yan, CHEN Yi-ran, BAI Yan, WU Shan

* School of Public Health, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou, Guangdong 510310, China

Abstract: Objective To analyze the association and interaction of night shift work and unhealthy lifestyle on hyperhomocysteinemia (HHcy), and to provide basis for the HHcy prevention among railway workers. **Methods** Total of 6 926 railway workers who received physical examination in a hospital in Guangzhou from September to December 2021 were selected as study objects. Binary logistic was performed to analyze correlation, the restricted cubic spline (RCS) model was used to assess the dose-response relationship, and the interaction of night shift work and unhealthy lifestyle with HHcy were analyzed. **Results** The prevalence rate of HHcy among railway workers was 23.3%. Logistic regression showed that night shift work lasted 0-2.9 years ($OR = 1.340, 95\% CI: 1.120 - 1.603$), night shift work frequency ≤ 1 d/w ($OR = 1.302, 95\% CI: 1.029 - 1.646$) or ≥ 4 d/w ($OR = 1.516, 95\% CI: 1.248 - 1.841$), smoking ($OR = 1.470, 95\% CI: 1.294 - 1.671$), overweight ($OR = 1.173, 95\% CI: 1.030 - 1.335$) were positively correlated with HHcy. Sleep duration > 7 h/d and exercise were negatively correlated with HHcy ($P < 0.05$). RCS model found a nonlinear relationship of night shift work with HHcy ($P_{total} < 0.001, P_{non-linear} = 0.001$). No multiplicative and additive interaction of night shift work and any unhealthy lifestyle with HHcy were found ($P > 0.05$). Among different night shift conditions, smoking, almost inactive, overweight/obesity, and ≤ 7 h/d sleep had a higher risk of HHcy ($P < 0.05$). **Conclusion** Night shift work and unhealthy lifestyle are risk factors for HHcy. In different night shift work conditions, smoking, almost inactive, overweight/obesity, sleep duration ≤ 7 h/d can increase HHcy risk.

Keywords: Night shift work; Unhealthy lifestyle; Railway workers; Hyperhomocysteinemia; Interaction

基金项目: 国家自然科学基金青年项目 (82404238, 32100082); 国家级大学生创新训练计划项目 (202210573019); 广州市基础与应用基础研究专题 (2025A04J3622)

作者简介: 黄鑫 (2000—), 女, 硕士在读, 研究方向: 职业病防治

通信作者: 吴珊和白研为共同通信作者。吴珊, E-mail: wushan8953@163.com; 白研, E-mail: angell_bai@163.com

在现代社会中,铁路作为国民经济的大动脉,铁路职工的工作量和工作压力不断增加^[1]。铁路职工的工作状态与健康问题引起了社会广泛关注,而夜班作为最明显的工作特征之一,可能扰乱其昼夜节律,增加高同型半胱氨酸血症(hyperhomocysteinemia, HHcy)患病风险^[2]。同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)是体内的一种含硫氨基酸,当人体中 Hcy 水平因代谢障碍而超过正常值上限时称为 HHcy^[3],与多种代谢性疾病、心血管疾病、癌症等密切相关^[4-6]。研究表明,HHcy 患病率逐年上升,成为亟待解决的公共卫生问题^[7]。除遗传、年龄等因素外,HHcy 的发生也受吸烟、饮酒等不良生活习惯的影响^[8]。近年来有研究表明夜班与 HHcy 的发生有关^[2],但目前关于夜班与不良生活方式的交互作用对 HHcy 影响的研究较少,因此,本文将分析铁路职工夜班工作和不良生活方式与 HHcy 间的关联及交互作用,为铁路职工的健康管理和疾病预防提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 对象 以 2021 年 9 月—12 月在广州某三甲医院体检的 8 107 名铁路职工为研究对象。在知情同意的前提下,剔除问卷信息不完整、身体测量数据缺失、患严重疾病(如恶性肿瘤和自身免疫性疾病等)和未采血样者,最后纳入 6 926 名。本研究已获得广东药科大学第一附属医院医学伦理委员会批准(伦理批号:医伦理[2019]第 109 号)。

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 调查前先对相关人员进行培训和考核,采取面对面访谈的方式收集职工的人口学信息(性别、年龄等)、职业史(夜班情况及年限等)、生活习惯(吸烟、饮酒、运动、久坐时间等)。

1.2.2 体格检查 根据国家标准完成身高、体重等检查。隔夜禁食 ≥ 8 h 后,采集外周静脉血液,检测血脂、血糖等相关指标。

1.2.3 变量定义 (1)高同型半胱氨酸血症:成人空腹血清 Hcy $> 15 \mu\text{mol/L}$ ^[9]。(2)高血压:在未使用降压药物的情况下收缩压 ≥ 140 mm Hg,或舒张压 ≥ 90 mm Hg,或自我报告诊断高血压者^[10]。(3)高尿酸血症^[11]:空腹血尿酸男性 $> 420 \mu\text{mol/L}$,女性 $> 357 \mu\text{mol/L}$ 。(4)夜班:除早上 7/8 时至 18 时左右以外不规则的工作时间^[12]。(5)夜班情况:从未、曾经(曾夜班 ≥ 3 个月且已有 ≥ 6 个月无夜班)、现在(调查 6 个月内至少上 3 个月夜班)。(6)现在吸烟:否、已戒烟(戒烟 ≥ 6 个月)、是(持续 ≥ 6 个月每天吸烟 > 1 支)。(7)体质指数(Body Mass Index, BMI) = 体重 \div 身高²,分:偏瘦($< 18.5 \text{ kg/m}^2$)、正常($18.5 \sim 23.9$

kg/m^2)、超重($24 \sim 27.9 \text{ kg/m}^2$)、肥胖($\geq 28 \text{ kg/m}^2$)。(8)饮酒:每周饮酒 ≥ 1 次且持续半年。(9)睡眠时间:近 1 个月内平均每晚上的睡眠时长,分: ≤ 5 h/d、 $5 \sim 7$ h/d、 > 7 h/d^[13]。(10)运动强度:根据计算出的每周总代谢当量(MET - min/w)分为:几乎不运动(< 1.5 METs)、低强度运动($1.5 \sim 2.9$ METs)、中强度运动($3 \sim 5.9$ METs)、高强度运动(6 METs)^[14]。(11)久坐时间:指近 1 个月内平均每天坐着的时间(包括坐着工作、学习等静态行为)。(12)血脂异常:血清总胆固醇 ≥ 6.2 mmol/L 和/或甘油三酯 ≥ 2.3 mmol/L 和/或低密度脂蛋白胆固醇 ≥ 4.1 mmol/L 和/或高密度脂蛋白胆固醇 < 1.0 mmol/L^[15]。(13)糖尿病:空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L 或糖化血红蛋白 $\geq 6.5\%$ 或自我报告确诊糖尿病者^[16]。

1.3 统计学分析 用 SPSS 27.0、R 4.3.3 统计分析。连续变量用中位数(上下四分位数)[$M(P_{25}, P_{75})$]描述,分类变量用频数(百分比)[$n(\%)$]描述,中位数和有序变量组间比较用 Mann - Whitney U 检验,无序变量组间比较用 χ^2 检验。用 logistic 回归分析不良生活方式和夜班年限与 HHcy 的关联。构建限制性立方样条(restricted cubic spline, RCS)模型分析夜班年限与 HHcy 的剂量 - 反应关系。通过 delta 法计算夜班与不良生活方式对 HHcy 的交互作用,当相对超额危险度(relative excess risk due to interaction, RERI)、归因比(attributable proportion due to interaction, AP)和交互作用指数(synergy index, S)的 95% CI 均不包含 1 可认为存在相加交互作用。检验水准 α 为 0.05 (双侧)。

2 结果

2.1 研究对象基本特征 纳入 6 926 名铁路职工,1 611 名患 HHcy (23.3%),其中男性 1 591 名(98.8%),整体 Hcy 水平 12.88(11.23, 14.80) mol/L,夜班年限整体水平 1.0(0.0, 7.0) y,与无 HHcy 组相比,HHcy 组职工男性更多、血清肌酐值更低,高血压和高尿酸血症患病率更高,并且更多人现在仍从事夜班工作,夜班频率较高且夜班年限更长,更多人有粉尘、噪声接触史和心脑血管疾病家族史,更多人超重肥胖且有吸烟、饮酒习惯($P < 0.05$)。但 HHcy 组年龄更小,久坐时间更短,夜班工作年限 7 y 以上的人更少、高强度运动的人更多($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 各夜班工作指标与 HHcy 的多因素分析 以是否患 HHcy 为因变量,以夜班情况、夜班工作年限、夜班频率分别为自变量,调整混杂因素后,结果显示,夜班工作年限 < 2.9 y ($OR = 1.340, 95\% CI: 1.120 \sim 1.603$)、夜班频率 ≤ 1 d/w ($OR = 1.302, 95\% CI:$

1.029 ~ 1.646) 或 ≥ 4 d/w ($OR = 1.516, 95\% CI: 1.248 \sim 1.841$) 的铁路职工患 HHcy 风险更高。见表 2。

2.3 不良生活方式与 HHcy 的多因素 logistic 回归分析 以是否患 HHcy 为因变量, 以 BMI、吸烟、饮酒、运动、久坐时间和睡眠时间分别为自变量, 校正混杂因素后, 结果显示, 超重的职工患 HHcy 的风险比 BMI

正常职工更高 ($OR = 1.173, 95\% CI: 1.030 \sim 1.335$)。与不吸烟职工相比, 吸烟的铁路职工患病风险更高 ($OR = 1.470, 95\% CI: 1.294 \sim 1.671$)。睡眠时间、运动与 HHcy 患病风险呈负相关 ($P < 0.05$)。久坐时间与 HHcy 患病风险之间无明显统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 1 研究对象人口学特征

Table 1 Demographic characteristics of the subjects

变量	总人数($n = 6\ 926$)	无 HHcy 组($n = 5\ 315$)	HHcy 组($n = 1\ 611$)	χ^2/Z	P 值
性别[$n(\%)$]				338.904	<0.001
男	5 821(84.0)	4 230(79.6)	1 591(98.8)		
女	1 105(16.0)	1 085(20.4)	20(1.2)		
年龄[(岁), $M(P_{25}, P_{75})$]	42.0(28.0, 50.0)	44.0(29.0, 50)	32.0(26.0, 49.0)	-11.474	<0.001
夜班年限[(年), $n(\%)$]				81.710	<0.001
从未	3 151(45.5)	2 522(47.5)	629(39.1)		
$Q_1 (<2.9)$	943(13.6)	636(12.0)	307(19.1)		
$Q_2 (3.0 \sim 5.9)$	846(12.2)	604(11.4)	242(15.0)		
$Q_3 (6 \sim 11.9)$	999(14.4)	790(14.9)	209(13.0)		
$Q_4 (\geq 12)$	986(14.2)	763(14.4)	223(13.9)		
夜班频率[(d/w), $n(\%)$]				59.870	<0.001
无夜班	3 024(43.7)	2 424(45.6)	600(37.2)		
≤ 1	493(7.1)	365(6.9)	128(7.9)		
2	1 588(22.9)	1 206(22.7)	382(23.7)		
3	1 124(16.2)	853(16.0)	271(16.8)		
≥ 4	697(10.1)	467(8.8)	230(14.3)		
夜班情况[$n(\%)$]				35.303	<0.001
从未	3 024(43.7)	2 424(45.6)	600(37.2)		
曾经	1 305(18.8)	962(18.1)	343(21.3)		
现在	2 597(37.5)	1 929(36.3)	668(41.5)		
BMI[$n(\%)$]				16.055	0.001
偏瘦	197(2.8)	168(3.2)	29(1.8)		
正常	3 045(44.0)	2 373(44.6)	672(41.7)		
超重	2 717(39.2)	2 033(38.3)	684(42.5)		
肥胖	967(14.0)	741(13.9)	226(14.0)		
吸烟[$n(\%)$]				128.645	<0.001
否	4 154(60.0)	3 375(63.5)	779(48.4)		
已戒烟	346(5.0)	266(5.0)	80(5.0)		
是	2 428(35.0)	1 674(31.5)	752(46.7)		
饮酒[$n(\%)$]				8.797	0.003
否	5 923(85.5)	4 582(86.2)	1 341(83.2)		
是	1 003(14.5)	733(13.8)	270(16.8)		
运动强度[$n(\%)$]				22.738	<0.001
几乎不运动	1 170(16.9)	847(15.9)	323(20.0)		
低强度运动	3 161(45.6)	2 454(46.2)	707(43.9)		
中强度运动	1 769(25.5)	1 401(26.4)	368(22.8)		
高强度运动	826(11.9)	613(11.5)	213(13.2)		
睡眠时间[(h/d), $n(\%)$]				11.646	0.003
≤ 5	206(3.0)	149(2.8)	57(3.6)		
5.1 ~ 7	4 096(59.1)	3 105(58.7)	991(62.3)		
> 7	2 582(37.3)	2 040(38.5)	542(34.1)		
噪声[$n(\%)$]				68.369	<0.001
否	5 001(72.2)	3 968(74.7)	1 033(64.1)		
是	1 925(27.8)	1 347(25.3)	578(35.9)		
粉尘[$n(\%)$]				104.767	<0.001
否	5 028(72.6)	4 019(75.6)	1 009(62.6)		

(续表)

变量	总人数(<i>n</i> = 6 926)	无 HHcy 组(<i>n</i> = 5 315)	HHcy 组(<i>n</i> = 1 611)	χ^2/Z	<i>P</i> 值
是	1 898(27.4)	1 296(24.4)	602(37.4)		
电离辐射[<i>n</i> (%)]				3.804	0.051
否	6 390(92.3)	4 922(92.6)	1 468(91.1)		
是	536(7.7)	393(7.4)	143(8.9)		
高血压[<i>n</i> (%)]				21.152	<0.001
否	5 955(86.0)	4 626(87.0)	1 329(82.5)		
是	971(14.0)	689(13.0)	282(17.5)		
高尿酸血症[<i>n</i> (%)]				82.496	<0.001
否	3 817(55.1)	3 088(58.1)	729(45.3)		
是	3 109(44.9)	2 227(41.9)	882(54.7)		
糖尿病[<i>n</i> (%)]				2.334	0.127
否	6 510(94.0)	4 983(93.8)	1 527(94.8)		
是	416(6.0)	332(6.2)	84(5.2)		
血脂异常[<i>n</i> (%)]				0.082	0.775
否	3 908(56.4)	2 994(56.3)	914(56.7)		
是	3 018(43.6)	2 321(43.7)	697(43.3)		
心脑血管疾病家族史[<i>n</i> (%)]				20.020	<0.001
无	4 288(61.9)	3 367(63.3)	921(57.2)		
有	2 638(38.1)	1 948(36.7)	690(42.8)		
糖尿病家族史[<i>n</i> (%)]				17.761	<0.001
无	5 834(84.2)	4 423(83.2)	1 411(87.6)		
有	1 092(15.8)	892(16.8)	200(12.4)		
高尿酸血症家族史[<i>n</i> (%)]				0.062	0.803
无	6 709(96.9)	5 150(96.9)	1 559(96.8)		
有	217(3.1)	165(3.1)	52(3.2)		
夜班工作年限[(年), <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	1.0(0.0, 7.0)	1.0(0.0, 7.0)	1.5(0.0, 6.0)	-2.885	0.004
久坐时间[(h/d), <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	6.0(4.0, 8.0)	6.0(4.0, 8.0)	5.0(3.0, 8.0)	-5.520	<0.001
同型半胱氨酸[(mol/L), <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	12.88(11.23, 14.80)	12.15(10.72, 13.38)	16.24(15.65, 19.77)	-60.896	<0.001
血清肌酐[(μmol/L), <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	81.0(71.0, 90.0)	79.0(69.0, 88.0)	85.0(78.0, 95.0)	-18.764	<0.001

表 2 各夜班指标对铁路职工患 HHcy 的 logistic 回归分析

Table 2 The logistic regression analysis of HHcy among railway workers with night shift indicators

变量	人数[<i>n</i> (%)]	OR(95% CI)		
		模型 1	模型 2	模型 3
夜班情况				
从未	3 024(43.7)	1.00	1.00	1.00
曾经	1 305(18.8)	1.413(1.211 ~ 1.647) ^a	1.177(1.002 ~ 1.383) ^a	1.169(0.992 ~ 1.377)
现在	2 597(37.5)	1.412(1.245 ~ 1.602) ^a	1.188(1.039 ~ 1.358) ^a	1.133(0.988 ~ 1.299)
夜班年限(年)				
从未	3 151(45.5)	1.00	1.00	1.00
Q ₁ (<2.9)	943(13.6)	1.948(1.656 ~ 2.292) ^a	1.324(1.110 ~ 1.579) ^a	1.340(1.120 ~ 1.603) ^a
Q ₂ (3.0 ~ 5.9)	846(12.2)	1.574(1.322 ~ 1.875) ^a	1.110(0.921 ~ 1.337)	1.077(0.891 ~ 1.303)
Q ₃ (6 ~ 11.9)	999(14.4)	1.064(0.891 ~ 1.269)	0.942(0.779 ~ 1.139)	0.909(0.749 ~ 1.104)
Q ₄ (≥12)	986(14.2)	1.179(0.991 ~ 1.402)	1.302(1.081 ~ 1.568) ^a	1.208(0.999 ~ 1.461)
夜班频率(d/w)				
从未	3 024(43.7)	1.00	1.00	1.00
≤1	493(7.1)	1.407(1.127 ~ 1.756) ^a	1.282(1.018 ~ 1.614) ^a	1.302(1.029 ~ 1.646) ^a
2	1 588(22.9)	1.281(1.106 ~ 1.483) ^a	1.115(0.956 ~ 1.301)	1.090(0.932 ~ 1.275)
3	1 124(16.2)	1.283(1.089 ~ 1.512) ^a	1.007(0.847 ~ 1.197)	0.949(0.795 ~ 1.132)
≥4	697(10.1)	1.994(1.662 ~ 2.393) ^a	1.594(1.317 ~ 1.928) ^a	1.516(1.248 ~ 1.841) ^a

注:模型 1 为粗模型;模型 2 调整变量:性别、年龄;模型 3 在模型 2 的基础上增加调整:BMI、吸烟、饮酒、运动强度、久坐时间、睡眠时间、高血压、糖尿病、高尿酸血症、心脑血管家族史、血清肌酐、血脂异常;a 表示 *P* < 0.05;下同。

2.4 夜班工作年限与 HHcy 患病风险的剂量 - 反应关系 如图 1,校正混杂因素后,夜班年限与 HHcy 存在非线性关系 (*P*_{total} < 0.001, *P*_{non-linear} = 0.001)。夜

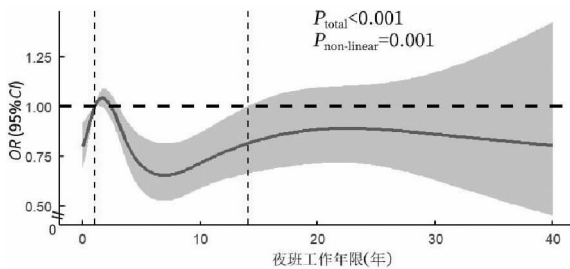
班工作年限在 0 ~ 1.61 y 时 HHcy 患病风险逐渐升高,在 3.02 ~ 14.07 y 时 HHcy 患病风险先降后升;在 1.61 ~ 3.02 y 或超过 14.07 y 后,与 HHcy 患病风险

表 3 铁路职工不良生活方式与 HHcy 的关联 logistic 回归分析
Table 3 Logistic regression analysis of unhealthy lifestyle and HHcy

变量	人数[n(%)]	OR(95% CI)		
		模型 1	模型 2	模型 3
BMI				
偏瘦	197(2.8)	0.619(0.413 ~ 0.927) ^a	0.617(0.407 ~ 0.934) ^a	0.688(0.452 ~ 1.047)
正常	3 045(44.0)	1.00	1.00	1.00
超重	2 717(39.2)	1.185(1.048 ~ 1.339) ^a	1.218(1.072 ~ 1.383) ^a	1.173(1.030 ~ 1.335) ^a
肥胖	967(14.0)	1.085(0.913 ~ 1.289)	1.071(0.895 ~ 1.280)	0.995(0.828 ~ 1.195)
吸烟				
否	4 154(60.0)	1.00	1.00	1.00
已戒烟	346(5.0)	1.304(1.002 ~ 1.697) ^a	1.061(0.811 ~ 1.389)	1.064(0.810 ~ 1.397)
是	2 428(35.0)	1.923(1.720 ~ 2.172) ^a	1.474(1.304 ~ 1.665) ^a	1.470(1.294 ~ 1.671) ^a
饮酒				
否	5 923(85.5)	1.00	1.00	1.00
是	1 003(14.5)	1.235(1.059 ~ 1.441) ^a	1.164(0.992 ~ 1.366)	1.023(0.867 ~ 1.208)
睡眠时间(h/d)				
≤5	206(3.0)	1.046(0.876 ~ 1.640)	1.108(0.799 ~ 1.536)	1.117(0.803 ~ 1.554)
5.1 ~ 7	4 096(59.1)	1.00	1.00	1.00
>7	2 582(37.3)	0.832(0.739 ~ 0.937) ^a	0.798(0.705 ~ 0.902) ^a	0.829(0.731 ~ 0.941) ^a
久坐时间^b(h/d)				
≤6	4 150(59.9)	1.00	1.00	1.00
>6	2 776(40.1)	1.115(0.995 ~ 1.249)	1.144(1.016 ~ 1.288) ^a	1.120(0.993 ~ 1.264)
运动强度				
几乎不运动	1 170(16.9)	1.00	1.00	1.00
低强度运动	3 161(45.6)	0.758(0.649 ~ 0.884) ^a	0.765(0.652 ~ 0.898) ^a	0.818(0.694 ~ 0.963) ^a
中强度运动	1 769(25.5)	0.690(0.580 ~ 0.820) ^a	0.716(0.598 ~ 0.857) ^a	0.774(0.643 ~ 0.931) ^a
高强度运动	826(11.9)	0.921(0.752 ~ 1.128)	0.733(0.594 ~ 0.905) ^a	0.781(0.630 ~ 0.969) ^a

注: b 表示久坐时间按中位数分组。a 表示

无明显统计学意义。



注: 模型调整变量同表 3 模型 3。

图 1 铁路职工夜班工作年限与 HHcy 的 RCS 图

Fig. 1 Dose-response relationship between years of night shifts work and the risk of HHcy among railway workers

2.5 夜班情况和不良生活方式的交互作用分析 以无夜班 + 任一健康的生活方式为对照,按夜班情况(曾经、现在)进行交互作用分析,结果显示,夜班情况与不良生活方式均不存在相乘和相加的交互作用($P > 0.05$),详见表 4。

2.6 夜班情况和不良生活方式的亚组分析 根据不同类型的不良生活方式和夜班情况划分不同亚组分析发现,与无夜班 + 任一健康生活方式人群相比,无夜班 + 吸烟($OR = 1.637, 95\% CI: 1.346 \sim 1.991$)、曾经夜班 + 吸烟($OR = 1.670, 95\% CI: 1.314 \sim 2.123$)、现在夜班 + 吸烟($OR = 1.625, 95\% CI: 1.342 \sim 1.968$)、无夜班 + 几乎不运动($OR = 1.296, 95\% CI: 1.010 \sim 1.663$)、曾经夜班 + 几乎不运动($OR =$

表 4 夜班与不良生活方式的交互作用对铁路职工患 HHcy 的影响

Table 4 The interaction analysis of night shift work and unhealthy lifestyle on HHcy among railway workers

组别	OR _{intra} (95% CI)	RERI ^b (95% CI)	AP ^b (95% CI)	S ^b (95% CI)
不良生活方式 + 曾经夜班				
吸烟 + 曾经夜班	0.843(0.606 ~ 1.173)	-0.193(-0.671 ~ 0.285)	-0.120(-0.430 ~ 0.190)	0.759(0.387 ~ 1.489)
饮酒 + 曾经夜班	0.990(0.632 ~ 1.553)	0.019(-0.553 ~ 0.592)	0.014(-0.405 ~ 0.434)	1.059(0.200 ~ 5.607)
几乎不运动 + 曾经夜班	0.968(0.626 ~ 1.496)	0.016(-0.557 ~ 0.589)	0.011(-0.394 ~ 0.417)	1.042(0.247 ~ 4.401)
超重/肥胖 + 曾经夜班	0.910(0.654 ~ 1.266)	-0.097(-0.447 ~ 0.254)	-0.097(-0.453 ~ 0.258)	-0.053 ^c
久坐 >6 h/d + 曾经夜班	1.068(0.765 ~ 1.490)	0.067(-0.300 ~ 0.435)	0.056(-0.243 ~ 0.355)	1.478(0.133 ~ 16.366)
睡眠 ≤7 h/d + 曾经夜班	1.009(0.716 ~ 1.421)	0.002(-0.406 ~ 0.410)	0.001(-0.283 ~ 0.286)	1.005(0.390 ~ 2.592)

(续表)

组别	OR _{-int} ^a (95% CI)	RERI ^b (95% CI)	AP ^b (95% CI)	S ^b (95% CI)
不良生活方式 + 现在夜班				
吸烟 + 现在夜班	0.877(0.672 ~ 1.146)	-0.140(-0.524 ~ 0.244)	-0.086(-0.324 ~ 0.153)	0.818(0.487 ~ 1.377)
饮酒 + 现在夜班	0.831(0.582 ~ 1.186)	-0.181(-0.585 ~ 0.223)	-0.164(-0.548 ~ 0.220)	0.366(0.028 ~ 4.809)
几乎不运动 + 现在夜班	1.033(0.736 ~ 1.448)	0.049(-0.387 ~ 0.485)	0.034(-0.268 ~ 0.337)	1.130(0.370 ~ 3.450)
超重/肥胖 + 现在夜班	0.794(0.608 ~ 1.037)	-0.254(0.548 ~ 0.041)	-0.282(0.603 ~ 0.039)	-0.649 ^c
久坐 >6 h/d + 现在夜班	1.065(0.814 ~ 1.395)	0.076(-0.210 ~ 0.362)	0.064(-0.176 ~ 0.304)	1.703(0.122 ~ 23.761)
睡眠 ≤7 h/d + 现在夜班	0.867(0.657 ~ 1.144)	-0.169(-0.510 ~ 0.172)	-0.126(-0.378 ~ 0.126)	0.667(0.339 ~ 1.313)

注:a 表示 OR_{-int}是通过对模型中包含交叉积项在乘法量表上评估的;b 表示 RERI、AP 和 S 在相加量表上进行评估。c 表示 95% CI 为空。

1.475, 95% CI: 1.054 ~ 2.064)、现在夜班 + 几乎不运动 (OR = 1.418, 95% CI: 1.128 ~ 1.782)、无夜班 + 睡眠时间 ≤ 7 h/d (OR = 1.302, 95% CI: 1.068 ~ 1.588)、曾经夜班 + 睡眠时间 ≤ 7 h/d (OR = 1.455,

95% CI: 1.160 ~ 1.824)、现在夜班 + 睡眠时间 ≤ 7 h/d (OR = 1.325, 95% CI: 1.090 ~ 1.496)、现在夜班 + 体重正常 (OR = 1.224, 95% CI: 1.004 ~ 1.493) 的人群患 HHcy 的风险更高, 详见表 5。

表 5 夜班与不良生活方式对铁路职工患 HHcy 的影响

Table 5 The effects of night shift work and unhealthy lifestyle on HHcy among railway workers

组别	HHcy [n (%)]	总人数 (n)	OR 值 (95% CI)
吸烟 + 夜班			
无夜班 + 不吸烟	324 (20.1)	2 100	1.000
无夜班 + 吸烟	276 (17.1)	914	1.637 (1.346 ~ 1.991) ^a
曾经夜班 + 不吸烟	185 (11.5)	830	1.196 (0.964 ~ 1.483)
曾经夜班 + 吸烟	158 (9.8)	475	1.670 (1.314 ~ 2.123) ^a
现在夜班 + 不吸烟	351 (21.8)	1 571	1.126 (0.942 ~ 1.348)
现在夜班 + 吸烟	317 (19.7)	1 026	1.625 (1.342 ~ 1.968) ^a
饮酒 + 夜班			
无夜班 + 不饮酒	500 (31.0)	2 630	1.000
无夜班 + 饮酒	100 (6.2)	394	1.186 (0.914 ~ 1.539)
曾经夜班 + 不饮酒	287 (17.8)	1 120	1.126 (0.943 ~ 1.343)
曾经夜班 + 饮酒	56 (3.5)	185	1.344 (0.948 ~ 1.904)
现在夜班 + 不饮酒	554 (34.4)	2 173	1.110 (0.959 ~ 1.284)
现在夜班 + 饮酒	114 (7.1)	424	1.111 (0.868 ~ 1.421)
运动 + 夜班			
无夜班 + 运动	487 (30.2)	2 564	1.000
无夜班 + 几乎不运动	113 (7.0)	460	1.296 (1.010 ~ 1.663) ^a
曾经夜班 + 运动	281 (17.4)	1 100	1.124 (0.941 ~ 1.343)
曾经夜班 + 几乎不运动	62 (3.8)	205	1.475 (1.054 ~ 2.064) ^a
现在夜班 + 运动	520 (32.3)	2 092	1.075 (0.926 ~ 1.247)
现在夜班 + 几乎不运动	148 (9.2)	505	1.418 (1.128 ~ 1.782) ^a
夜班 + BMI			
无夜班 + 正常	267 (16.6)	1 494	1.000
无夜班 + 超重/肥胖	333 (20.7)	1 530	0.936 (0.769 ~ 1.139)
曾经夜班 + 正常	361 (22.4)	1 428	1.173 (0.918 ~ 1.498)
曾经夜班 + 超重/肥胖	420 (26.1)	1 777	1.018 (0.811 ~ 1.278)
现在夜班 + 正常	314 (19.5)	1 153	1.224 (1.004 ~ 1.493) ^a
现在夜班 + 超重/肥胖	354 (22.0)	1 444	0.910 (0.749 ~ 1.105)
夜班 + 久坐时间 (h/d)			
无夜班 + 久坐 ≤ 6	359 (22.3)	1 816	1.000
无夜班 + 久坐 > 6	241 (15.0)	1 208	1.053 (0.867 ~ 1.278)
曾经夜班 + 久坐 ≤ 6	446 (27.7)	1 916	1.092 (0.886 ~ 1.347)
曾经夜班 + 久坐 > 6	335 (20.7)	1 289	1.241 (0.977 ~ 1.576)
现在夜班 + 久坐 ≤ 6	374 (23.2)	1 531	1.055 (0.887 ~ 1.255)
现在夜班 + 久坐 > 6	294 (18.2)	1 066	1.173 (0.972 ~ 1.415)
夜班 + 睡眠时间 (h/d)			
无夜班 + 睡眠 > 7	206 (12.8)	1 169	1.000
无夜班 + 睡眠 ≤ 7	387 (24.0)	1 841	1.302 (1.068 ~ 1.588) ^a

(续表)

组别	HHcy [n(%)]	总人数(n)	OR 值(95% CI)
曾经夜班 + 睡眠 >7	265 (16.4)	1 154	1.139 (0.867 ~ 1.495)
曾经夜班 + 睡眠 ≤7	505 (31.3)	2 029	1.455 (1.160 ~ 1.824) ^a
现在夜班 + 睡眠 >7	226 (14.0)	933	1.198 (0.960 ~ 1.496)
现在夜班 + 睡眠 ≤7	439 (27.3)	1 651	1.325 (1.090 ~ 1.496) ^a

注:a 表示

3 讨论

本研究人群 HHcy 患病率 (23.3%) 低于全国 (37.2%)^[7], 可能与地理位置和不同生活习惯有关。本研究 HHcy 患者多为男性 (98.8%), 可能是因为铁路行业男性从业人员更多。与不患 HHcy 组相比, HHcy 组更多人出现超重/肥胖且吸烟、饮酒, 与之前的研究一致^[8], 说明不良生活方式对 HHcy 患病风险有影响。此外, HHcy 组的血清肌酐值更低, 高血压和高尿酸血症的患病率更高, 说明 HHcy 患者更容易发生慢性非传染性疾病。HHcy 组更多人有职业有害因素接触史, 说明接触职业有害因素可能与罹患 HHcy 有关。但是, HHcy 组久坐时间更短, 高强度运动的人更多, 与之前的研究矛盾^[8], 可能是 HHcy 组年龄更小, 有更多精力进行高强度运动。

本研究发现夜班工作年限 0 ~ 2.9 y、夜班频率 ≤1 d/w 或 ≥4 d/w 与 HHcy 患病风险呈正相关 ($P < 0.05$), 这与之前的研究相似^[2,17]。一项针对韩国仁川某钢铁公司的横断面调查发现, 长期夜班工人患 HHcy 风险是无夜班工人的 2.00 倍 ($OR = 2.00, 95\% CI: 1.07 \sim 3.74$)^[2]。为进一步探究夜班年限和 HHcy 患病风险之间的关系, 本研究构建了 RCS 模型, 显示夜班年限在 0 ~ 1.61 y 时 HHcy 患病风险逐渐升高, 在 3.02 ~ 14.07 y 时 HHcy 患病风险先降后升, 这与之前的研究结果不太一致^[17], 可能是刚开始上夜班时, 机体未能适应致使身体节律紊乱从而增加患病风险, 而在工作一定年限后身体已能够代偿, 出现幸存者偏倚^[18]。此外, 本研究中夜班工作年限 [1.0 (0.0.7.0) y] 的整体水平不长, 拥有 10 年以上夜班工作年限的职工不多, RCS 模型可能存在偏差。再者, 随年龄增长, 慢性疾病患病率逐年上升, 部分工人可能因身体状况不佳而不再从事夜班工作^[19]。因此, 企业应该重视职工间管理, 合理调配岗位。

本研究通过对不良生活方式和 HHcy 的关联分析发现, BMI、吸烟是 HHcy 的危险因素, 睡眠时间和运动是 HHcy 的保护因素, 这与既往研究结果一致^[8]。在本研究中饮酒对 HHcy 的影响无明显统计学意义, 这与文献^[17]报道存在矛盾, 可能是对饮酒量的定义不同所致。交互作用分析发现, 夜班与各种不

良生活方式均不存在相加和相乘交互作用。进一步根据夜班情况和不同类的不良生活方式划分不同人群进行亚组分析发现, 相较于无夜班且无任一不良生活方式的人群, 具有吸烟、BMI、运动、睡眠任一不良生活方式或夜班的人群患 HHcy 风险更高, 这提示有必要关注夜班工作人群的生活方式健康状况, 从而改善代谢水平, 降低 HHcy 患病风险。

目前, 夜班工作与不良生活方式对 HHcy 影响的机制尚未完全清晰。有研究发现, 夜班工作影响身体昼夜节律, 导致蛋氨酸代谢和葡萄糖代谢障碍, 使得机体 Hcy 水平升高^[20]。还有研究表明, 夜班工作人群因夜间光线照射和睡眠时间少而导致生物钟和外部世界明暗周期之间不同步可能会抑制褪黑素的分泌, 而褪黑素水平低可能会导致血 Hcy 浓度增加, 从而导致 HHcy^[21-22]。此外, 在夜班工人中不良生活方式更为常见, 如吸烟、睡眠时间短 (≤7 h/d) 和缺少运动, 导致夜班工作者的血脂、血糖等各类代谢水平紊乱, 进而增加罹患 HHcy 的风险^[2,8,17]。

本研究样本量较大, 有足够的检验效能评估夜班和 HHcy 的关联和剂量反应关系, 分析夜班与不良生活方式的交互作用。此外, 在多种统计分析模型中, 调整了多个协变量, 包括人口学特征、生活行为方式、人体测量特征和其他慢性疾病等, 降低了混杂偏倚的风险。但是本研究依然存在一些不足之处。首先, 本研究是横断面研究, 不能确定夜班、不良生活方式与 HHcy 的因果关系; 其次, Hcy 来自于食物中蛋氨酸, 饮食结构对其影响较大, 本研究未纳入饮食信息。未来的研究可以通过扩大样本量和采用纵向追踪的方法来进一步验证。

综上所述, 夜班和不良生活方式与 HHcy 的患病风险存在一定联系。夜班工作和不良生活方式是 HHcy 的危险因素, 夜班工作年限与 HHcy 存在非线性关系, 在不同夜班情况人群中, 吸烟、几乎不运动、超重/肥胖、睡眠时间 ≤7 h/d 者患 HHcy 风险更高。企业应该定期开展职业健康体检, 及时了解工人的健康状况, 倡导健康的生活方式, 制定个体化管理计划, 建立更科学合理的夜班工作模式。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

(下转第 1391 页)

- cognitive performance after stress: exploratory analyses [J]. *Translational Psychiatry*, 2021, 11(1): 300.
- [20] Li YT, Liu AF, Chen KJ, et al. Sodium butyrate alleviates lead-induced neuroinflammation and improves cognitive and memory impairment through the ACSS2/H3K9ac/BDNF pathway [J]. *Environment International*, 2024, 184: 108479.
- [21] Swann OG, Kilpatrick M, Breslin M, et al. Dietary fiber and its associations with depression and inflammation [J]. *Nutrition Reviews*, 2020, 78(5): 394-411.
- [22] Naveed S, Venäläinen T, Eloranta AM, et al. Associations of dietary carbohydrate and fatty acid intakes with cognition among children [J]. *Public Health Nutrition*, 2020, 23(9): 1657-1663.
- [23] Sun WJ, Li SY, Chen C, et al. Dietary fiber intake is positively related with cognitive function in US older adults [J]. *Journal of Functional Foods*, 2022, 90: 104986.
- [24] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量:2023 版[M]. 北京:人民卫生出版社,2023. Chinese Society of Nutrition. Dietary intake of nutrients for Chinese residents; 2023 edition [M]. Beijing: The People's Health Publishing House, 2023. (In Chinese)

收稿日期:2024-11-15

(上接第 1385 页)

参考文献

- [1] 杜懿涵,陆崇,冯小燕,等. 铁路职工夜班工作与代谢综合征的关联性分析[J]. 现代预防医学,2024,51(5):811-816. Du YH, Lu C, Feng XY, et al. Analysis of the relationship between night shift work and metabolic syndrome in railway workers [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2024, 51(5): 811-816. (In Chinese)
- [2] Kang D, Kang SK, Choi WJ, et al. Association between shift work and hyperhomocysteinemia in male workers [J]. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 2019, 31: e1.
- [3] Hermann A, Sittikova G. Homocysteine: biochemistry, molecular biology and role in disease[J]. *Biomolecules*, 2021, 11(5): 737.
- [4] Li C, Chen Y, Ou X, et al. Factors influencing the occurrence of ischemic stroke in elderly patients with hypertension and type 2 diabetes mellitus: a case-control study [J]. *BMC Neurology*, 2025, 25(1): 35.
- [5] Palma reis R. Homocysteinemia and vascular disease: Where we stand in 2022[J]. *Portuguese Journal of Cardiology: an Official Journal of the Portuguese Society of Cardiology*, 2022, 41(10): 821-822.
- [6] Kim M, Shin S, Yoo E, et al. Serum homocysteine levels and All-cause and Cause-specific mortality in Korean adult men: a cohort study[J]. *Nutrients*, 2024, 16(16): 2759.
- [7] Zeng Y, Li FF, Yuan SQ, et al. Prevalence of hyperhomocysteinemia in China: an updated Meta-analysis[J]. *Biology*, 2021, 10(10): 959.
- [8] Yang YD, Zeng Y, Yuan SQ, et al. Prevalence and risk factors for hyperhomocysteinemia: a population-based cross-sectional study from Hunan, China[J]. *BMJ Open*, 2021, 11(12): e048575.
- [9] Yuan DQ, Chu JP, Lin H, et al. Mechanism of homocysteine-mediated endothelial injury and its consequences for atherosclerosis [J]. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 2022, 9: 1109445.
- [10] 钱雯,陆娇娇,魏咏兰,等. 成都市居民膳食模式与高血压的关联性研究[J]. 现代预防医学,2023,50(16):2931-2936,2977. Qian W, Lu JJ, Wei YL, et al. Associations study between dietary patterns and hypertension among Chengdu residents [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2023, 50(16): 2931-2936, 2977. (In Chinese)
- [11] 中华医学会内分泌学分会. 中国高尿酸血症与痛风诊疗指南(2019)[J]. 中华内分泌代谢杂志,2020,36(1):1-13. The Endocrinology Branch of the Chinese Medical Association. Guideline for the diagnosis and management of hyperuricemia and gout in China (2019) [J]. *Chinese Journal of Endocrinology and Metabolism*, 2020, 36(1): 1-13. (In Chinese)
- [12] 杨波,冯传腾,于文倩,等. 铁路职业人群夜班轮班工作与代谢综合征的关联及中介效应分析[J]. 现代预防医学,2023,50(2):239-244,262. Yang B, Feng CT, Yu WQ, et al. Association and mediation analysis of night shift work and metabolic syndrome in railroad occupational population [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2023, 50(2): 239-244, 262. (In Chinese)
- [13] James SM, Honn KA, Gaddameedhi S, et al. Shift work: Disrupted circadian rhythms and sleep-implications for health and well-being [J]. *Current Sleep Medicine Reports*, 2017, 3(2): 104-112.
- [14] Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour [J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2020, 54(24): 1451-1462.
- [15] Li JJ, Zhao SP, Zhao D, et al. 2023 Chinese guideline for lipid management [J]. *Frontiers in Pharmacology*, 2023, 14: 1190934.
- [16] Harreiter J, Roden M. [Diabetes mellitus - Definition, classification, diagnosis, screening and prevention (Update 2023)] [J]. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 2023, 135(Suppl 1): 7-17.
- [17] Zhang S, Wang Y, Li Q, et al. Different exposure metrics of rotating night shift work and hyperhomocysteinaemia among Chinese steelworkers: a cross-sectional study [J]. *BMJ Open*, 2020, 10(12): e041576.
- [18] Bertke SJ, Keil AP, Daniels RD. Lung cancer mortality and styrene exposure in thereinforced-plastics boatbuilding industry: evaluation of healthy worker survivor bias [J]. *American Journal of Epidemiology*, 2021, 190(9): 1784-1792.
- [19] 王涵. 钢铁工人倒班及节律相关基因多态性与肾功能异常的关联性研究[D]. 唐山:华北理工大学,2021. Wang H. The association of shift and rhythm-related gene polymorphisms with renal function abnormalities in steel workers [D]. Tangshan: North China University of Science and Technology, 2021. (In Chinese)
- [20] De Matteis C, Crudele L, Di Buduo ESI, et al. Hyperhomocysteinemia is linked to MASLD [J]. *European Journal of Internal Medicine*, 2025, 131: 49-57.
- [21] Karolezak K, Watala C. Melatonin as a reducer of neuro-and vasculotoxic oxidative stress induced by homocysteine [J]. *Antioxidants*, 2021, 10(8): 1178.
- [22] Toutou Y, Reinberg A, Toutou D. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: Health impacts and mechanisms of circadian disruption [J]. *Life Sciences*, 2017, 173: 94-106.

收稿日期:2024-09-10