

煤矿从业人员职业性体力活动 与血脂异常的关系研究

罗颖琪¹, 曾霞¹, 戴颖诗¹, 刘燕辉¹, 蒋柳权², 赵宏霞², 刘改生², 陈青松¹

1. 广东药科大学公共卫生学院, 广东 广州 510310; 2. 西山煤电(集团)有限责任公司职业病防治所

摘要:目的 探索煤矿从业人员职业性体力活动与血脂异常的关系, 为提高煤矿从业人员血脂异常防控水平, 制定健康策略提供参考。方法 采用横断面设计的研究方法, 选取 2023 年于西山煤电(集团)有限责任公司职业病防治所职业体检的煤矿从业人员研究对象, 共计 9 864 名煤矿从业人员被纳入分析。采用国际体力活动问卷收集体力活动数据, 血脂异常采用《中国成人血脂异常防治指南》进行诊断。运用多因素 logistic 回归模型分析煤矿从业人员职业性体力活动和血脂异常之间的关系。结果 煤矿从业人员职业性体力活动低、中、高强度人数占比分别为 38.42%、35.75%、25.83%。不同强度职业性体力活动与高 TG 及血脂异常患病率存在组间差异($P < 0.05$), 这种差异在高 TC、低 HDL、高 LDL 患病中未显现($P > 0.05$)。在调整了性别、年龄、闲暇时间体力活动等因素后, 相较于低强度体力活动的煤矿从业人员, 中及高强度职业性体力活动的煤矿从业人员血脂异常患病率更低($OR = 0.84, 95\% CI: 0.76 \sim 0.94$; $OR = 0.77, 95\% CI: 0.69 \sim 0.87$); 低 HDL 患病率也更低($OR = 0.85, 95\% CI: 0.77 \sim 0.95$; $OR = 0.83, 95\% CI: 0.73 \sim 0.93$)。结论 煤矿从业人员职业性体力活动与血脂异常呈负相关关系。对于从事低强度职业性体力活动煤矿从业人员, 建议针对血脂异常的其他可改变行为危险因素进行干预, 以维持血脂的健康水平。

关键词:职业性体力活动; 血脂异常; 煤矿从业人员

中图分类号: R135 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)02-232-09

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202410259

Research on the relationship between occupational physical activity and dyslipidemia in coal mine employees

LUO Ying - qi*, ZENG Xia, DAI Ying - shi, LIU Yan - hui, JIANG Liu - quan,

ZHAO Hong - xia, LIU Gai - sheng, CHEN Qing - song

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

Abstract: Objective To explore the relationship between occupational physical activity and dyslipidemia among coal mine employees, providing reference for improving the prevention and control of dyslipidemia among coal mine employees and formulating health strategies. **Methods** This study was conducted in 2023 at Xishan coal electricity corporation occupational disease prevention and control institute. It was a cross-sectional study, with a total of 9 864 coal mine employees included in the analysis. We collected physical activity data using the International Physical Activity Questionnaire, and diagnosed dyslipidemia using the "Chinese Guidelines for the Prevention and Treatment of Adult Blood Lipid Disorders". We analyzed the relationship between occupational physical activity and dyslipidemia among coal mine employees using a multiple factor logistic regression model. **Results** The proportion of low, medium, and high intensity occupational physical activities among coal mine employees were 38.42%, 35.75%, and 25.83%, respectively. There were intergroup differences ($P < 0.05$) in the incidence of high TG and dyslipidemia among occupational physical activities of different intensities, but this difference was not observed in the incidence of high TC, low HDL, and high LDL ($P > 0.05$). After adjusting for factors such as gender, age, and leisure time physical activity, the incidence of dyslipidemia was lower among coal miners engaged in moderate to high-intensity occupational physical activity compared to those engaged in low-intensity physical activity ($OR = 0.84, 95\% CI: 0.76 - 0.94$; $OR = 0.77, 95\% CI: 0.69 - 0.87$); The incidence of low HDL was also lower ($OR = 0.85, 95\% CI: 0.77 - 0.95$; $OR = 0.83, 95\% CI: 0.73 - 0.93$). **Conclusion** There is a negative correlation between occupational physical activity

基金项目: 广州市科技计划基金项目(2025 A03J3722); 广东省自然科学基金项目(2022A1515011357); 广州市科技计划基金项目(2025 A03J3722); 广州市科技局基金项目(SL2022A04J00361)

作者简介: 罗颖琪(1998—), 女, 硕士在读, 研究方向: 公共卫生

通信作者: 陈青松与刘改生为共同通信作者; 陈青松, E-mail: qingsongchen@aliyun.com; 刘改生, E-mail: xszslgs@.com

and dyslipidemia among coal mine employees. For coal mine workers engaged in low-intensity occupational physical activities, it is recommended to intervene in other modifiable behavioral risk factors related to dyslipidemia to maintain healthy blood lipid levels.

Keywords: Occupational physical activity; Dyslipidemia; Coal mine employees

血脂异常 (Dyslipidemia, DL) 已成为与心血管疾病 (Cardiovascular disease, CVD) 风险相关的第二大因素, 据报道, 该病导致中国与血脂异常直接相关的年度总死亡率从 1990 年的 251 万增加到 2016 年的 397 万^[1-2]。

积极参与体力活动 (Physical activity, PA) 作为预防心血管疾病和降低全因死亡率的可行措施^[3-4], 也可通过改变交感神经、迷走神经的活动及循环炎症标志物数量, 从而影响个体的血脂水平^[5-6]。体力活动分为 4 种类型包括职业性体力活动、交通体力活动、家庭体力活动和闲暇时间体力活动^[7]。学术界存在有体力活动悖论之说, 学者们大都认为闲暇时间体力活动对健康存在益处, 但职业性体力活动对健康的影响结论并不完全一致^[8-10]。最近一项中国的纵向研究表明^[11], 体力活动 (尤其是职业性体力活动) 对男性的高密度脂蛋白胆固醇 (High density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 有积极影响。一项综述发现, 高强度职业性体力活动可降低癌症、冠心病和 2 型糖尿病等的患病风险, 但可增加骨关节炎、睡眠质量差和男性全因死亡率的患病风险^[12]。因此需要更多研究说明职业性体力活动与健康的关系。世界卫生组织 (WHO) 关于体力活动和久坐行为的指南最近也鼓励进一步研究职业性体力活动与健康之间的关联, 以提高我们对体力活动对健康的潜在特定领域影响的理解和证据^[5, 13]。

我国煤矿行业较为发达, 从事煤炭工业的人员众多, 这一群体的健康状况也值得关注。另外, 大多数煤矿从业人员长期进行大量的体力活动, 工作环境恶劣, 劳动强度大, 吸烟、饮酒比例高, 饮水、饮食情况特殊, 且该人群职业性体力活动与血脂异常的关系研究缺乏, 本研究旨在了解煤矿从业人员职业性体力活动情况, 探讨不同强度职业性体力活动与血脂异常的关系, 为制定煤矿从业人员健康策略提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2023 年期间在西山煤电 (集团) 职业病防治所进行职业体检的煤矿从业人员为研究对象, 41 所单位的员工同意参与了体力活动问卷调查。所有研究对象在知晓研究目的及内容后, 均自愿参加并签署了知情同意书。煤矿从业人员包括煤矿、选煤厂、矿建公司等煤矿企业工作并获得劳动报酬的全部人员。纳入标准: ①参加本次职业体检煤矿

从业人员; ②知情同意参加本次问卷调查; ③工作满一年及以上; ④年龄 ≥ 18 岁。排除标准: ①血脂、体力活动情况信息缺失; ②基本信息不完整; ③离岗、上岗前、行政管理岗人员; ④患有严重基础疾病、严重心血管疾病、血液系统疾病、正在调脂治疗的人员。该研究在开始前获得了广东药科大学附属第一医院第一临床医学院医学伦理审查委员会的批准 (医伦审【2024】KT 第 98 号)。在严格遵循样本的纳入排除标准后, 共有 9 864 名对象纳入分析。

1.2 研究方法

1.2.1 问卷调查 通过问卷调查于 2023 年收集并完善研究对象的基本资料, 问卷分为两个部分, 第一部分由统一培训过的调查员在体检现场进行一对一询问以保证准确度, 该部分主要收集身体活动情况、职业史、既往疾病史和近一年的膳食情况, 包括: 1) 闲暇时间体力活动情况、职业性体力活动情况; 2) 慢性病患病情况、规律服药及治疗情况、近 2 周药物服用史、家族史; 3) 工种、工龄、职业危害因素暴露、夜班情况; 4) 近一年膳食情况: 采用食物频率问卷 (Food Frequency, FFQ)。第二部分收集基本人口学信息和日常行为习惯, 包括: 1) 人口学信息: 性别、民族、出生日期、婚姻状况、学历、家庭月人均收入等; 2) 生活习惯: 吸烟、饮酒、饮茶习惯; 该部分问卷采用线上形式进行, 由单位提前发送问卷二维码至各单位, 由调查对象自行填写。

1.2.2 生物标本采集及实验室检测 调查对象需空腹 8 小时以上, 专业医务人员于职业体检现场使用真空采血管对调查对象的空腹血液样本由进行采集, 采用日立 3500 型全自动生化分析仪检测空腹血糖 (Fasting blood glucose, FBG)、血脂四项 (胆固醇 (Total cholesterol, TC)、甘油三酯 (Triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇 (Low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)), 采用糖化血红蛋白分析仪 MQ-8000 检测糖化血红蛋白 (Hemoglobin Alc, HbA1c), 所有生化指标均由医院临检科专业检验医师在规定时间内按照规范流程进行检测, 符合生物安全标准, 检测结果由体检管理系统导出。

1.2.3 职业性体力活动强度 问卷中体力活动依据国际体力活动调查表 (IPAQ)、国家《体力劳动强度分级》标准进行设计^[14]。职业性体力活动包括在目前所在岗位有偿工作期间进行的所有体力活动。通过现场问卷调查职业性体力活动相关信息, 包括职业性

体力活动强度(分为低、中、高体力活动强度),为便于研究对象的理解,问卷有对各职业性体力活动强度进行描述说明,如低强度体力活动包括①坐姿:手工作业或腿的轻度活动(正常情况下,如打字、缝纫、脚踏开关等)②操作仪器,控制、查看设备,上臂用力为主的装配工作;中强度体力活动包括①手和臂持续动作(如锯木头等)②臂和腿的工作(如卡车、拖拉机或建筑设备等运输操作)③臂和躯干的工作(如锻造、风动工具操作、粉刷、尖端搬运中等重物、除草、锄田、摘水果和蔬菜等);高强度体力活动包括①臂和躯干的负荷工作(搬重物、铲、锤锻、锯刨或凿硬木、割草木、挖掘等);②大强度挖掘、搬运、快到极限节律的极强活动。

1.2.4 血脂异常诊断标准 血脂异常:依据《中国成人血脂异常防治指南》(2023)^[15],满足下列四项中的一项及以上:总胆固醇 ≥ 6.20 mmol/L、低密度脂蛋白胆固醇 ≥ 4.10 mmol/L、甘油三酯 ≥ 2.30 mmol/L、高密度脂蛋白胆固醇 < 1.00 mmol/L。

1.2.5 相关变量定义 高血压^[16](Hypertension, HTN):收缩压(Systolic blood pressure, SBP) ≥ 140 mmHg 和舒张压(Diastolic blood pressure, DBP) ≥ 90 mmHg,或自诉既往有高血压史,目前正在服用降压药者。

糖尿病^[17](Diabetes mellitus, DM):空腹血糖(FBG) ≥ 7.0 mm/L 和(或)糖化血红蛋白(HbA1c) $\geq 6.5\%$,或自诉既往有糖尿病史,目前正服用降糖药或胰岛素治疗者。

超重肥胖:根据《中国成人超重和肥胖症预防与控制指南》^[18]将调查对象按身体质量指数(Body Mass Index, BMI)确定消瘦($BMI \leq 18.4$ kg/m²)、正常体重(18.5 kg/m² $\leq BMI \leq 23.9$ kg/m²)、超重(24 kg/m² $\leq BMI \leq 27.9$ kg/m²)及肥胖($BMI \geq 28$ kg/m²)。

1.2.6 质量控制 实施严格的数据质量控制措施,包括逻辑性检查和错误数据的排除,以确保数据的准确性和可靠性。在现场调查时,由具备流行病学现场

调查基本知识及调查技巧的调查员进行面对面调查,且在调查前进行严格统一的培训,统一标准,提问准确规范,避免诱导式提问。对于获得的数据,检查易错变量及质控题是否填写正确,发现异常值或不合理的数据,需要及时进行排查和处理,确认其来源和原因,并进行必要的纠正或删除。对问卷调查收集的数据进行清洗和整理,检查数据的完整性、一致性和准确性,并形成可供分析的数据库。

1.2.7 统计分析 应用 SPSS 25.0 软件进行统计分析,人口学特征采用描述性分析,对计量指标进行 Kolmogorov Smirnov(正态性检验),不符合正态分布,用“ $M(P_{25}, P_{75})$ ”进行描述;分类资料用频数(n)和百分比($\%$)表示。采用非参数检验、卡方检验比较不同职业性体力活动强度组煤矿从业人员基本情况及血脂异常情况。并且运用 logistic 回归模型分析煤矿从业人员职业性体力活动情况与血脂异常关联性,模型对年龄、性别、BMI、学历、婚姻、家庭月人均收入、工种、目前岗位工龄、夜班情况、噪声暴露、粉尘暴露、有毒有害气体暴露、吸烟情况、饮酒情况、闲暇时间体力活动、饮茶习惯、红肉摄入频率、油摄入量、糖摄入量、糖尿病、高血压及高尿酸血症因素进行调整,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 不同职业性体力活动强度组煤矿从业人员基本情况描述 低、中、高强度职业性体力活动强度人数占比分别为 38.42%、35.75%、25.83%。不同职业性体力活动强度煤矿从业人员的性别、年龄、学历、家庭月人均收入、婚姻状况、吸烟情况、饮酒情况、饮茶习惯、闲暇时间体力活动、工种、目前岗位工龄、噪声暴露、粉尘暴露、夜班情况、有毒有害气体暴露、糖尿病患病情况、高尿酸血症患病情况、高血压患病情况、精制糖的使用量存在差异($P < 0.05$),而其在不同 BMI、红肉摄入频率、食用油使用量组别间无显著统计学差异($P > 0.05$),见表 1。

表 1 不同职业性体力活动强度组煤矿从业人员基本情况描述 [$n(\%)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

Table 1 Basic information description of coal mine employees in different occupational physical activity intensity groups [$n(\%)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

因素	总体	职业性体力活动强度			H/χ^2	P
		低强度	中强度	高强度		
年龄(岁)	40.00(35.00,49.00)	40.00(35.00,49.00)	41.00(35.00,50.00)	40.00(35.00,49.00)	18.327	<0.001
性别					517.562	<0.001
男	9 247(93.74)	3 291(35.59)	3 420(36.98)	2 536(27.43)		
女	617(6.26)	499(80.88)	106(17.18)	12(1.94)		
学历					369.213	<0.001
初中及以下	1 657(16.80)	481(29.03)	698(42.12)	478(28.85)		
高中	3 424(34.71)	1 033(30.17)	1 275(37.24)	1 116(32.59)		
大专本科及以上	4 783(48.49)	2 276(47.59)	1 553(32.47)	954(19.95)		

(续表)

因素	总体	职业体力活动强度			H/χ^2	P
		低强度	中强度	高强度		
家庭月人均收入(元)					43.653	<0.001
≤2 000	1 965(19.92)	687(34.96)	741(37.71)	537(27.33)		
2 001~3 000	2 233(22.64)	802(35.92)	779(34.89)	652(29.20)		
3 001~5 000	2 447(24.81)	1 029(42.05)	846(34.57)	572(23.38)		
5 001~10 000	2 657(26.94)	1 047(39.41)	950(35.75)	660(24.84)		
>10 000	562(5.70)	225(40.04)	210(37.37)	127(22.60)		
BMI(kg/m ²)					6.976	0.323
低体重	116(1.18)	42(36.21)	43(37.07)	31(26.72)		
正常体重	3 099(31.42)	1 200(38.72)	1 075(34.69)	824(26.59)		
超重	4 260(43.19)	1 602(37.61)	1 541(36.17)	1 117(26.22)		
肥胖	2 389(24.22)	946(39.60)	867(36.29)	576(24.11)		
婚姻状况					9.994	0.041
未婚	510(5.17)	184(36.08)	181(35.49)	145(28.43)		
已婚	8 988(91.12)	3 445(38.33)	3 213(35.75)	2 330(25.92)		
其他	366(3.71)	161(43.99)	132(36.07)	73(19.95)		
生活行为习惯						
吸烟					59.098	<0.001
否	4 231(42.89)	1 807(42.71)	1 427(33.73)	997(23.56)		
是	5 094(51.64)	1 798(35.30)	1 900(37.30)	1 396(27.40)		
已戒烟	539(5.46)	185(34.32)	199(36.92)	155(28.76)		
饮酒					18.838	0.001
否	4 135(41.92)	1 679(40.60)	1 457(35.24)	999(24.16)		
是	5 271(53.44)	1 955(37.09)	1 893(35.91)	1 423(27.00)		
已戒酒	458(4.64)	156(34.06)	176(38.43)	126(27.51)		
饮茶习惯					17.584	<0.001
否	6 395(64.83)	2 395(37.45)	2 263(35.39)	1 737(27.16)		
是	3 469(35.17)	1 395(40.21)	1 263(36.41)	811(23.38)		
闲暇时间体力活动					35.377	<0.001
否	7 939(80.48)	3 058(38.52)	2 743(34.55)	2 138(26.93)		
是	1 925(19.52)	732(38.03)	783(40.68)	410(21.30)		
职业情况					35.577	<0.001
目前岗位工龄	13.00(7.00, 18.50)	12.00(6.00, 18.00)	13.00(7.00, 19.50)	13.00(8.13, 18.50)		
工种					1 492.583	<0.001
井下一线	1 807(18.32)	333(18.43)	596(32.98)	878(48.59)		
井下辅助	4 513(45.75)	1 355(30.02)	1 811(40.13)	1 347(29.85)		
地面	3 544(35.93)	2 102(59.31)	1 119(31.57)	323(9.11)		
噪声暴露					780.866	<0.001
否	3 728(37.79)	2 055(55.12)	1 132(30.36)	541(14.51)		
是	6 136(62.21)	1 735(28.28)	2 394(39.02)	2 007(32.71)		
粉尘暴露					1 167.865	<0.001
否	3 524(35.72)	2 112(59.93)	1 000(28.38)	412(11.69)		
是	6 340(64.27)	1 678(26.47)	2 526(39.84)	2 136(33.69)		
有毒有害气体暴露					732.864	<0.001
否	6 431(65.20)	2 991(46.51)	2 270(35.30)	1 170(18.19)		
是	3 433(34.80)	799(23.27)	1 256(36.59)	1 378(40.14)		
夜班情况					22.148	<0.001
否	5 544(56.20)	2 235(40.31)	1 954(35.25)	1 355(24.44)		
是	4 320(43.80)	1 555(36.00)	1 572(36.39)	1 193(27.62)		
既往史						
糖尿病					25.328	<0.001
否	9 066(91.91)	3 445(38.00)	3 220(35.52)	2 401(26.48)		
是	798(8.09)	345(43.23)	306(38.35)	147(18.42)		
高血压					10.556	0.005
否	7 679(77.85)	2 915(37.96)	2 722(35.45)	2 042(26.59)		
是	2 185(22.15)	875(40.05)	804(36.80)	506(23.16)		
高尿酸血症					26.864	<0.001
否	7 157(72.57)	2 680(37.45)	2 529(35.34)	1 948(27.22)		

(续表)

因素	总体	职业体力活动强度			H/χ^2	P
		低强度	中强度	高强度		
是	2 705 (27.43)	1 108 (40.96)	997 (36.86)	600 (22.18)		
膳食因素						
精制糖的使用量(g/d)					26.279	<0.001
≤25	7 609 (77.14)	3 011 (39.57)	2 691 (35.37)	1 907 (25.06)		
26~30	1 498 (15.19)	517 (34.51)	556 (37.12)	425 (28.37)		
31~35	436 (4.42)	158 (36.24)	168 (38.53)	110 (25.23)		
≥36	321 (3.25)	104 (32.40)	111 (34.58)	106 (33.02)		
红肉摄入频率					8.550	0.382
很少	1 518 (15.39)	562 (37.02)	541 (35.64)	415 (27.34)		
有时	1 719 (17.43)	668 (38.86)	599 (34.85)	452 (26.29)		
偶尔	1 955 (19.82)	761 (38.93)	724 (37.03)	470 (24.04)		
经常	1 028 (10.42)	415 (40.37)	348 (33.85)	265 (25.78)		
总是	3 644 (36.94)	1 384 (37.98)	1 314 (36.06)	946 (25.96)		
食用油的使用量(勺)					5.337	0.254
≤1	2 322 (23.54)	904 (38.93)	840 (36.18)	578 (24.89)		
2~3	3 821 (38.74)	1 458 (38.16)	1 330 (34.81)	1 033 (27.03)		
≥4	3 721 (37.72)	1 428 (38.38)	1 356 (36.44)	937 (25.18)		

2.2 不同职业性体力活动强度组煤矿从业人员血脂水平 表2展示了研究对象总体及低、中、高强度体力活动组的血脂水平,结果显示不同职业性体力活动

强度煤矿从业人员的胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白水平存在差异($P < 0.05$)。

表2 不同职业性体力活动强度组煤矿从业人员血脂水平 [$M(P_{25}, P_{75})$]

Table 2 Lipid levels of coal mine employees in different occupational physical activity intensity groups [$M(P_{25}, P_{75})$]

因素 (mmol/L)	总体	职业体力活动强度			H	P
		低强度	中强度	高强度		
TC	4.45 (3.89, 5.05)	4.54 (3.98, 5.15)	4.45 (3.89, 5.04)	4.31 (3.79, 4.91)	94.419	<0.001
TG	1.48 (0.99, 2.29)	1.57 (1.06, 2.39)	1.50 (1.01, 2.31)	1.33 (0.90, 2.08)	103.637	<0.001
HDL-C	1.07 (0.92, 1.26)	1.06 (0.91, 1.25)	1.08 (0.92, 1.26)	1.08 (0.92, 1.28)	11.033	<0.001
LDL-C	2.61 (2.20, 3.06)	2.70 (2.27, 3.11)	2.61 (2.19, 3.06)	2.51 (2.11, 2.96)	102.079	<0.001

2.3 不同职业性体力活动强度组煤矿从业人员血脂异常情况 高TG、高TC、低HDL、高LDL、血脂异常患病率分别为1.40%、24.88%、37.95%、0.77%、49.76%。具体煤矿从业人员血脂异常患病情况,见

图1。不同职业性体力活动强度煤矿从业人员的高TG($c^2 = 36.521, P < 0.001$)、血脂异常($c^2 = 22.013, P < 0.001$)患病率均存在差异,这种差异在高TC、低HDL、高LDL患病中未显现($P > 0.05$),见表3。

表3 不同职业性体力活动强度组煤矿从业人员血脂异常情况 [$n(\%)$]

Table 3 Dyslipidemia among coal mine employees in different occupational physical activity intensity groups [$n(\%)$]

分型	总体	职业体力活动强度			χ^2	P
		低强度	中强度	高强度		
高TC					2.677	0.262
否	9 726 (98.60)	3 728 (98.36)	3 480 (98.70)	2 518 (98.82)		
是	138 (1.40)	62 (1.64)	46 (1.30)	30 (1.18)		
高TG					36.521	<0.001
否	7 410 (75.12)	2 759 (72.80)	2 628 (74.53)	2 023 (79.40)		
是	2 454 (24.88)	1 031 (27.20)	898 (25.47)	525 (20.60)		
低HDL					5.003	0.082
否	6 121 (62.05)	2 302 (60.74)	2 204 (62.51)	1 615 (63.38)		
是	3 743 (37.95)	1 488 (39.26)	1 322 (37.49)	933 (36.62)		
高LDL					4.438	0.122
否	9 788 (99.23)	3 752 (99.00)	3 505 (99.40)	2 531 (99.33)		

(续表)

分型	总体	职业体力活动强度			χ^2	P
		低强度	中强度	高强度		
是	76(0.77)	38(1.00)	21(0.60)	17(0.67)	22.013	<0.001
血脂异常						
否	4 956(50.24)	1 813(47.84)	1 771(50.23)	1 372(53.85)		
是	4 908(49.76)	1 977(52.16)	1 755(49.77)	1 176(46.15)		

注:括号外为人数,括号内为构成比。

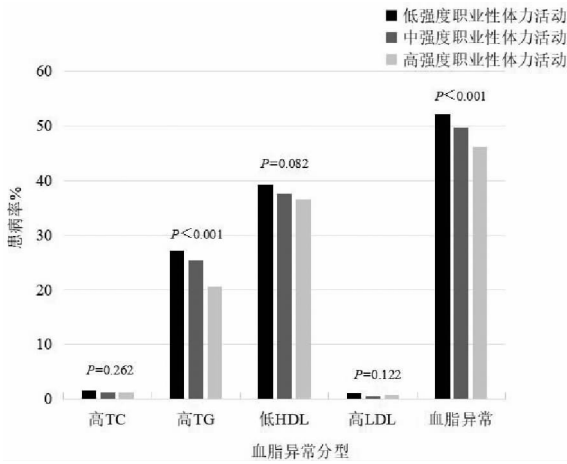


图 1 煤矿从业人员血脂异常患病率

Fig. 1 The prevalence of dyslipidemia among coal mine employees

2.4 煤矿从业人员职业性体力活动强度与血脂异常的 logistic 回归分析 如表 4 所示,模型 2 调整年龄、性别、BMI 等因素后,我们发现:相较于低强度职业性体力活动组,中及高强度职业性体力活动组的煤矿从

业人员低 HDL 患病率更低 ($OR = 0.83, 95\% CI: 0.75 \sim 0.92$; $OR = 0.78, 95\% CI: 0.70 \sim 0.88$); 且中及高强度职业性体力活动水平的煤矿从业人员血脂异常患病率更低 ($OR = 0.80, 95\% CI: 0.73 \sim 0.88$; $OR = 0.68, 95\% CI: 0.61 \sim 0.76$)。模型 3 中增加工种、目前岗位工龄、闲暇时间体力活动等因素调整模型时,这些关联没有显著变化。

但在职业性体力活动强度与高 TG 的分析中,模型调整后关联性减弱。当模型 2 调整混杂因素后,相较于低强度职业性体力活动组,中及高强度职业性体力活动组的煤矿从业人员高 TG 患病率更低 ($OR = 0.85, 95\% CI: 0.77 \sim 0.95$; $OR = 0.65, 95\% CI: 0.57 \sim 0.74$); 在模型 3 调整混杂因素后,相较于低强度职业性体力活动,中强度职业性体力活动与高 TG 患病无关 ($P > 0.05$),高强度职业性体力活动组与高 TG 患病风险下降相关 ($OR = 0.81, 95\% CI: 0.70 \sim 0.93$)。另外,相较于低强度职业性体力活动组,中及高强度职业性体力活动组与高 TC、高 LDL 患病均不存在关联 ($P > 0.05$)。

表 4 煤矿从业人员职业性体力活动强度与血脂异常的 logistic 回归模型

Table 4 Logistic regression model of occupational physical activity intensity and dyslipidemia among coal mine employees

分型	中强度职业性体力活动		高强度职业性体力活动	
	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
高 TC				
模型 1	0.79(0.54 ~ 1.17)	0.795	0.72(0.46 ~ 1.11)	0.716
模型 2	0.82(0.55 ~ 1.21)	0.315	0.73(0.46 ~ 1.15)	0.174
模型 3	0.88(0.58 ~ 1.34)	0.554	0.95(0.57 ~ 1.57)	0.834
高 TG				
模型 1	0.91(0.82 ~ 1.01)	0.092	0.69(0.62 ~ 0.78)	<0.001
模型 2	0.85(0.77 ~ 0.95)	0.005	0.65(0.57 ~ 0.74)	<0.001
模型 3	0.92(0.82 ~ 1.04)	0.189	0.81(0.70 ~ 0.93)	0.004
低 HDL				
模型 1	0.93(0.84 ~ 1.02)	0.928	0.89(0.81 ~ 0.99)	0.034
模型 2	0.83(0.75 ~ 0.92)	<0.001	0.78(0.70 ~ 0.88)	<0.001
模型 3	0.85(0.77 ~ 0.95)	0.003	0.83(0.73 ~ 0.93)	0.002
高 LDL				
模型 1	0.59(0.35 ~ 1.01)	0.054	0.66(0.37 ~ 1.18)	0.161
模型 2	0.60(0.34 ~ 1.03)	0.064	0.68(0.37 ~ 1.24)	0.207
模型 3	0.64(0.36 ~ 1.14)	0.127	0.83(0.43 ~ 1.61)	0.586
血脂异常				
模型 1	0.91(0.83 ~ 1.00)	0.041	0.79(0.71 ~ 0.87)	<0.001

(续表)

分型	中强度职业性体力活动		高强度职业性体力活动	
	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
模型 2	0.80(0.73~0.88)	<0.001	0.68(0.61~0.76)	<0.001
模型 3	0.84(0.76~0.94)	0.001	0.77(0.69~0.87)	<0.001

注:以低强度职业性体力活动为参照组;a. 模型 1:未调整的模型;b. 模型 2:在模型 1 的基础上调整了年龄、性别、BMI、学历、婚姻、家庭月人均收入;c. 模型 3:在模型 2 的基础上调整了工种、目前岗位工龄、夜班情况、噪声暴露、粉尘暴露、有毒有害气体暴露、吸烟情况、饮酒情况、闲暇时间体力活动、饮茶习惯、红肉摄入频率、食用油的用量、精制糖的用量、糖尿病、高血压、高尿酸血症。

3 讨论

本研究探索了煤矿从业人员职业性体力活动与血脂异常的关系。结果显示,低、中、高强度职业性体力活动人数占比分别为 38.42%、35.75%、25.83%,高 TC、高 TG、低 HDL、高 LDL、血脂异常患病率分别为 1.40%、24.88%、37.95%、0.77%、49.76%,职业性体力活动与血脂异常存在关联,煤矿从业人员从事高强度职业性体力活动患血脂异常风险更低。因此,对于低强度职业性体力活动煤矿从业人员,建议针对血脂异常的其他可改变行为危险因素进行干预,以维持血脂的健康水平。

另外,我们观察到随着职业性体力活动强度的增加,血脂异常的患病风险有所下降。然而,发现并非所有血脂异常的类型都可以得到预测。本研究中,模型 3 调整工种、目前岗位工龄、闲暇时间体力活动等混杂后,与低强度职业性体力活动组相比,中及高强度职业性体力活动组煤矿从业人员低 HDL 患病率降低,中强度职业性体力活动煤矿从业人员患低 HDL 的风险降低了 15%,高强度职业性体力活动煤矿从业人员患低 HDL 的患病风险降低了 17%。与以往的研究结果一致,HDL-C 已被观察到最有可能因体力活动而改善的血脂类型,Zou Q 的研究表明,与低水平相比,高水平的总体力活动与 HDL-C 浓度呈正相关,男性低 HDL 的患病风险降低了 31%^[3]。Ge 研究说明,与无职业性体力活动水平相比,高强度职业性体力活动与 HDL-C 呈正相关(OR=0.063,95%CI:0.043~0.083)^[19]。Opoku 等观察发现,日常体力活动与血脂异常患病风险呈负相关。与无日常体力活动相比,日常体力活动将高 TC、低 HDL、高 LDL 和高 TG 的患病风险分别降低了 4%、5%、6% 和 11%^[20]。

高浓度的 LDL-C 会增加心血管并发症的风险。然而,HDL-C 将脂质转运回肝脏进行循环和处理^[21],因此 HDL-C 对心血管系统具有保护作用。尽管目前体力活动对血脂水平的影响机制尚不明显,且职业性体力活动与血脂水平的关系仍存在争议。但一项全基因组研究指出,较高强度的体力活动水平增强了细胞质连接蛋白相关蛋白 1(Cytoplasmic linker

protein-associated proteins, CLASP1)、LIM 同源框 1(LIM homeobox 1, LHX1) 和 $\alpha 1$ -互生蛋白(Syntrophin alpha 1, SNTA1) 基因位点的 HDL-C 增加作用,并减弱了接触蛋白相关蛋白 2(Contactin-associated protein-like 2, CNTNAP2) 位点的 LDL-C 增加作用。CLASP1、LHX1 和 SNTA1 内附近的基因位点含有与肌肉功能和脂质代谢相关的基因,这与骨骼肌利用血脂作为能量来源的能力差异有关,这将影响体力活动对血脂水平的作用^[22]。这将一定程度解释了本研究从事中、高强度职业性体力活动煤矿从业人员低 HDL 患病风险较低的结果。

在调整混杂因素后发现,高 TG 的患病风险仅与高强度职业性体力活动有关联,与低强度职业性体力活动相比,高强度职业性体力活动煤矿从业人员高 TG 患病率降低,高强度职业性体力活动煤矿从业人员患高 TG 的风险降低了 19%。Jui-Hua Huang 等人的研究发现,与低强度的职业性体力活动相比,高强度的职业性体力活动个体腹部肥胖(OR=0.64,95%CI:0.49~0.84)和高 TG(OR=0.71,95%CI:0.55~0.90)的风险显著降低,同样支持本研究的结果^[23]。

另外我们研究也发现,在调整混杂因素后,与低强度职业性体力活动组相比,中强度职业性体力活动组煤矿从业人员血脂异常患病风险降低 16%,高强度职业性体力活动组血脂异常患病风险降低 23%。一项对来自南美人群的 7 512 名成年人进行的研究发现,高强度职业性体力活动与更好的血脂水平相关^[24]。Gómez-Recasens 等人研究发现,职业性体力活动强度与血脂异常患病呈负相关^[9]。这些均支持我们对煤矿从业人员职业性体力活动的研究发现。

大多研究认为体力活动能维持人体血脂的健康水平^[10,25]。既往很多研究论证了闲暇时间体力活动,Stanton 等指出中强度和高强度运动都与致动脉粥样硬化血脂谱有关,HDL-C 的增加证明了这一点^[26]。我们的研究从职业性体力活动也证实了这种关系,即职业性体力活动强度与血脂异常患病呈负相关,中强度和高强度职业性体力活动都与低 HDL、血脂异常患病风险降低相关。

哥本哈根城市研究结果中对 CVD 的部分危险因

素支持体力活动健康悖论, 闲暇时间体力活动与 CVD 风险降低相关, 职业性体力活动与 CVD 风险增加相关^[8]。而本研究发现职业性体力活动强度与血脂异常患病风险降低相关。评估职业性体力活动与 CVD 关联的研究结果之间的差异可归因于(1)调查对象的异质性;(2)模型中调整可能混杂变量的差异;(3)职业性体力活动测量的差异。

本研究存在以下局限。首先, 职业性体力活动信息是采用主观问卷收集数据, 可能存在回忆偏倚, 但该信息的问卷调查方式为经过培训后的调查员对受试者进行一对一询问, 能一定程度降低偏倚。其次, 本研究为横断面研究, 无法探明煤矿从业人员职业性体力活动与血脂异常之间的因果关系。最后, 本研究仅获取了职业性体力活动强度的数据, 维度较为单一, 未对职业性体力活动的时间进行量化, 这些因素可能影响结果的稳定性。

综上所述, 本研究发现煤矿从业人员职业性体力活动强度与血脂异常呈负相关, 从事高强度职业性体力活动的煤矿从业人员血脂异常患病风险更低。因此对于从事低强度职业性体力活动的煤矿从业人员, 建议针对血脂异常的其他可改变行为危险因素进行干预, 以维持血脂的健康水平。需进一步研究职业性体力活动与健康的关系。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Liu SW, Li YC, Zeng XY, et al. Burden of cardiovascular diseases in China, 1990 – 2016: findings from the 2016 global burden of disease study[J]. *JAMA Cardiology*, 2019, 4(4): 342 – 352.
- [2] Lu Y, Zhang HB, Lu JP, et al. Prevalence of dyslipidemia and availability of Lipid – Lowering medications among primary health care settings in China[J]. *JAMA Network Open*, 2021, 4(9): e2127573.
- [3] Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, et al. The physical activity guidelines for americans[J]. *JAMA: the Journal of the American Medical Association*, 2018, 320(19): 2020 – 2028.
- [4] World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour[EB/OL]. [2024 – 12 – 08]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>.
- [5] Sato TO, Hallman DM, Kristiansen J, et al. Different autonomic responses to occupational and leisure time physical activities among blue – collar workers[J]. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 2018, 91(3): 293 – 304.
- [6] Kaspapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C – reactive protein and inflammatory markers: a systematic review[J]. *Journal of the American College of Cardiology*, 2005, 45(10): 1563 – 1569.
- [7] Kazemi A, Soltani S, Aune D, et al. Leisure – time and occupational physical activity and risk of cardiovascular disease

- incidence: a systematic – review and dose – response meta – analysis of prospective cohort studies[J]. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2024, 21(1): 45.
- [8] Holtermann A, Schnohr P, Nordestgaard BG, et al. The physical activity paradox in cardiovascular disease and all – cause mortality: the contemporary Copenhagen General Population Study with 104 046 adults[J]. *European Heart Journal*, 2021, 42(15): 1499 – 1511.
 - [9] Gómez – Recasens M, Alfaro – Barrio S, Tarro L, et al. Occupational physical activity and cardiometabolic risk factors: a Cross – Sectional study[J]. *Nutrients*, 2023, 15(6): 1421.
 - [10] Janssen TI, Voelcker – Rehage C. Leisure – time physical activity, occupational physical activity and the physical activity paradox in healthcare workers: A systematic overview of the literature[J]. *International Journal of Nursing Studies*, 2023, 141: 104470.
 - [11] Zou QP, Su C, Du WW, et al. Longitudinal association between physical activity, blood lipids, and risk of dyslipidemia among Chinese adults; findings from the China health and nutrition surveys in 2009 and 2015[J]. *Nutrients*, 2023, 15(2): 341.
 - [12] Cillekens B, Lang M, Van mechelen W, et al. How does occupational physical activity influence health? An umbrella review of 23 health outcomes across 158 observational studies[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2020, 54(24): 1474 – 1481.
 - [13] Dipietro L, Al – Ansari SS, Biddle SJH, et al. Advancing the global physical activity agenda: recommendations for future research by the 2020 WHO physical activity and sedentary behavior guidelines development group[J]. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2020, 17(1): 143.
 - [14] 于永中, 李天麟. GB3869 – 83 中华人民共和国国家标准体力劳动强度分级[J]. *化工劳动保护*, 1999(S3): 15 – 16.
 - [15] Yu YZ, Li TL. GB3869 – 83 classification of physical labor intensity in the National standard of the People’s republic of China[J]. *Chemical Industry Occupational Safety & Health*, 1999(S3): 15 – 16. (In Chinese)
 - [15] 王增武, 刘静, 李建军, 等. 中国血脂管理指南(2023 年)[J]. *中国循环杂志*, 2023, 38(3): 237 – 271.
 - [15] Wang ZW, Liu J, Li JJ, et al. Guidelines for blood lipid management in China (2023)[J]. *Chinese Circulation Journal*, 2023, 38(3): 237 – 271. (In Chinese)
 - [16] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟, 中国医疗保健国际交流促进会高血压病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2024 年修订版)[J]. *中华高血压杂志*, 2024, 32(7): 603 – 700.
 - [16] China Revision Committee of Guidelines for the Prevention and Treatment of Hypertension, Hypertension Alliance, Hypertension Branch of China Association for the Promotion of International Exchange of Medical Care, et al. Chinese guidelines for the prevention and treatment of hypertension (revised 2024 edition)[J]. *Chinese Journal of Hypertension*, 2024, 32(7): 603 – 700. (In Chinese)
 - [17] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, 13(4): 315 – 409.
 - [17] Zhong Hua Yi Xue Hui Tang Niao Bing Xue Fen Hui. Chinese guidelines for the prevention and treatment of type 2 diabetes(2020 edition)[J]. *Chinese Journal of Diabetes*, 2021, 13(4): 315 – 409. (In Chinese)

- [10] 刘莎,贺娟娟,常可为,等.孕早期邻苯二甲酸酯暴露对胎停育的影响研究[J].现代预防医学,2021,48(5):824-828,943.
Liu S, He JJ, Chang KW, et al. Study on the effect of phthalates exposure in early pregnancy on missed abortion [J]. Modern Preventive Medicine, 2021, 48 (5): 824 - 828, 943. (In Chinese)
- [11] Kondo F, Ikai Y, Hayashi R, et al. Determination of five phthalate monoesters in human urine using gas chromatography - mass spectrometry [J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2010, 85(1): 92 - 96.
- [12] 王立媛,邹艳,吴平谷,等.固相萃取-气相色谱质谱联用法测定尿中邻苯二甲酸酯类代谢物[J].卫生研究,2017,46(6):991-995.
Wang LY, Zou Y, Wu PG, et al. Determination of phthalate ester metabolites in urine by solid - phase extraction and gas chromatography - mass spectrometry [J]. Journal of hygiene research, 2017, 46(6): 991 - 995. (In Chinese)
- [13] 夏天,闵巍,詹铭.儿童尿液中5种邻苯二甲酸酯代谢物的固相萃取-超高液相色谱-串联质谱测定法[J].职业与健康,2020,36(7):890-893.
Xia T, Min W, Zhan M. Determination of five phthalate metabolites in children urine by solid phase extraction - ultra performance liquid chromatography - tandem mass spectrometry [J]. Occupation and Health, 2020, 36 (7): 890 - 893. (In Chinese)
- [14] 张续,韩林学,邱天,等.改进的UPLC-MS/MS法测定尿中12种邻苯二甲酸酯代谢物[J].环境卫生学杂志,2022,12(1):56-63.
Zhang X, Han LX, Qiu T, et al. Determination of 12 metabolites of phthalates in human urine via modified UPLC - MS/MS [J]. Journal of Environmental Hygiene, 2022, 12(1): 56 - 63. (In Chinese)
- [15] 石飞云,徐梦媛,靳艺,等.高效液相色谱-串联质谱法同时测定尿液中12种邻苯二甲酸酯类代谢物的含量[J].理化检验:化学分册,2022,58(6):708-714.
Shi FY, Xu MY, Jin Y, et al. Determination of 12 metabolites of phthalates in urine by high performance liquid Chromatography - Tandem mass spectrometry [J]. Physical Testing and Chemical Analysis Part B: Chemical Analysis, 2022, 58 (6): 708 - 714. (In Chinese)
- [16] Alvesrocha B, Gallimberti M, Paulo bianchi ximenez J, et al. An eco - friendly sample preparation procedure based on air - assisted liquid - liquid microextraction for the rapid determination of phthalate metabolites in urine samples by liquid chromatography - tandem mass spectrometry [J]. Talanta, 2024, 266 (Pt 1): 124974.
- [17] Chen R, Ning Z, Zheng C, et al. Simultaneous determination of 16 alkaloids in blood by ultrahigh - performance liquid chromatography - tandem mass spectrometry coupled with supported liquid extraction [J]. Journal of Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences, 2019, 1128: 121789.
- [18] 商婷,赵灵娟,李佩,等.固相支撑液液萃取-液相色谱-串联质谱法测定尿液中10种单羟基多环芳烃[J].分析化学,2019,47(6):876-882.
Shang T, Zhao LJ, Li P, et al. Determination of 10 kinds of monohydroxylated polycyclic aromatic hydrocarbons in human urine by supported liquid extraction followed by liquid chromatography - tandem mass spectrometry [J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2019, 47(6): 876 - 882. (In Chinese)
- [19] 吴永富,米兰,邹多生,等.固相支撑液液萃取-液相色谱-串联质谱检测全血、尿液中氟胺酮和去甲氟胺酮[J].刑事技术,2022,47(5):517-522.
Wu YF, Mi L, Zou DS, et al. SLE - HPLC - MS/MS determining f - ketamine and f - norketamine in blood or urine [J]. Forensic Science and Technology, 2022, 47(5): 517 - 522. (In Chinese)

收稿日期:2024-10-21

(上接第239页)

- [18] 中国肥胖问题工作组.中国成人超重和肥胖症预防与控制指南(节录)[J].营养学报,2004,(1):1-4.
The China Working Group on Obesity. Guidelines for the prevention and control of overweight and obesity in Chinese adults (excerpt) [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2004, (1): 1 - 4. (In Chinese)
- [19] Ge LX, Hilal S, Müller - Riemenschneider F, et al. Association between Domain - Specific physical activity and cardiometabolic factors in a multiethnic Asian population: a longitudinal study [J]. Journal of Physical Activity & Health, 2023, 20(8): 702 - 715.
- [20] Opoku S, Gan Y, Fu WN, et al. Prevalence and risk factors for dyslipidemia among adults in rural and urban China: findings from the China National Stroke Screening and prevention project (CNSSPP) [J]. BMC Public Health, 2019, 19(1): 1500.
- [21] da Luz PL, Favarato D, Faria - Neto JR Jr, et al. High ratio of triglycerides to HDL - cholesterol predicts extensive coronary disease [J]. Clinics, 2008, 63(4): 427 - 432.
- [22] Kilpeläinen TO, Bentley AR, Noordam R, et al. Multi - ancestry study of blood lipid levels identifies four loci interacting with physical activity [J]. Nature Communications, 2019, 10 (1): 376.
- [23] Huang JH, Li RH, Huang SL, et al. Relationships between different types of physical activity and metabolic syndrome among Taiwanese workers [J]. Scientific Reports, 2017, 7(1): 13735.
- [24] Poggio R, Melendi S, Gutierrez L, et al. Occupational physical activity and cardiovascular risk factors profile in the adult population of the southern cone of Latin America: results from the CESCAS I study [J]. Journal of Occupational and Environmental Medicine, 2018, 60(9): e470 - e475.
- [25] 陶然,黄建军,孙晨明,等.男性煤矿工人高体力活动水平与不同定义下血脂异常水平的关联性[J].中华疾病控制杂志,2017,21(2):123-127.
Tao R, Huang JJ, Sun CM, et al. High physical activity is associated with an improved lipid profile among male coal miners [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2017, 21 (2): 123 - 127. (In Chinese)
- [26] Stanton KM, Kienzle V, Dinnes DLM, et al. Moderate - and High - Intensity exercise improves lipoprotein profile and cholesterol efflux capacity in healthy young men [J]. Journal of the American Heart Association, 2022, 11(12): e023386.

收稿日期:2024-10-18