

bacterium tuberculosis and HIV coinfecting macrophages with gallium nanoparticles inhibits pathogen growth and modulates macrophage cytokine production [J]. mSphere, 2019, 4 (4): 419-443.

- [4] 庞小菊, 王苓潇, 赵赞梅. 注射金属镓中毒 1 例报道 [J]. 中国工业医学杂志, 2022, 35 (4): 332-333.
- [5] 潘兴富, 李海斌, 刘晓东, 等. 一家砷化镓晶体生产企业 GaAs 职业暴露评估 [J]. 工业卫生与职业病, 2021, 47 (3): 189-192.

- [6] 潘兴富, 闫慧芳. 砷化镓职业健康危害研究进展 [J]. 中国职业医学, 2018, 45 (2): 244-246, 251.
- [7] 周乐舟, 付胜, 高寿泉, 等. 尿中痕量镓测定的石墨炉原子吸收光谱法 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2016, 34 (6): 465-467.
- [8] 吕康, 李优琴, 倪晓璐, 等. 超级微波消解-电感耦合等离子体发射光谱 (ICP-OES) 法测定土壤中 18 种元素 [J]. 中国无机分析化学, 2023, 13 (2): 123-128.

(收稿日期: 2023-08-30; 修回日期: 2023-09-20)

# 某铁路局职工高同型半胱氨酸血症发生率及其相关危险因素分析

## Analysis on incidence of hyperhomocysteinemia among employees of a certain railway bureau and its related risk factors

杨艳杰, 胡闽闽, 邱海生, 黄文祥, 朱玉娇

(中国铁路武汉局集团有限公司武汉疾病预防控制中心, 湖北 武汉 430010)

**摘要:** 选取 2021 年 4—12 月在武汉疾病预防控制中心体检的 10 260 名铁路职工为研究对象, 收集其年龄、体质量指数 (BMI)、血压与血液检测数据, 计算高同型半胱氨酸血症 (HHcy) 发生率, 分析不同特征职工血清同型半胱氨酸 (Hcy) 水平与 HHcy 发生率差异, 并进行相关危险因素分析。结果表明, 铁路职工 HHcy 发生率 47.26%。相较于 Hcy 正常组, HHcy 组职工年龄、尿酸 (UA)、三酰甘油 (TG) 显著升高 ( $P < 0.05$ )。BMI、血压、UA 较高的职工 Hcy 水平升高。Logistic 回归分析显示, 血清 UA 和 TG 水平升高是铁路职工 HHcy 发生的危险因素。

**关键词:** 铁路职工; 高同型半胱氨酸血症 (HHcy); 尿酸 (UA); 三酰甘油 (TG)

**中图分类号:** R135; R446.1 **文献标识码:** B

**文章编号:** 1002-221X(2023)06-0559-04

**DOI:** 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.06.026

随着人们生活方式和饮食习惯的改变, 代谢类疾病的患病率逐年上升<sup>[1]</sup>。繁重的工作、恶劣的工作环境也会增加罹患代谢性疾病的风险<sup>[2]</sup>。Zhang 等<sup>[2]</sup>研究表明, 铁路职工属于代谢性疾病的高危人群。关注铁路职工的代谢性疾病现状, 并采取相应的防治措施, 对于改善职工健康状况、预防疾病发生具有重要意义。

同型半胱氨酸 (homocysteine, Hcy) 是一种含硫氨基酸, 形成于蛋氨酸转化为半胱氨酸的代谢过程<sup>[3]</sup>。人血浆中 Hcy 浓度的正常范围为 5~15  $\mu\text{mol/L}$ , >15  $\mu\text{mol/L}$  称为高同型半胱氨酸血症 (hyper-homo-

cysteinemia, HHcy)<sup>[4]</sup>。HHcy 是心脑血管疾病、神经系统疾病、癌症等发生的危险因素<sup>[5-6]</sup>。2002—2018 年我国 HHcy 患病率 37.2%, 远高于美国 (6.9%) 和加拿大 (19.1%) 等发达国家, 且患病率逐年上升<sup>[7]</sup>, 成为亟待解决的公共卫生问题。除遗传变异、生活习惯、年龄等因素外, HHcy 也受血糖、血压、血脂等代谢水平的影响<sup>[8]</sup>。本研究基于铁路职工的职业特点, 收集某铁路局职工的体检数据, 分析 HHcy 的影响因素, 以期制定 HHcy 的防治措施提供理论依据。

### 1 对象与方法

**1.1 对象** 选取 2021 年 4—12 月在武汉疾病预防控制中心体检的铁路职工为研究对象。剔除患有恶性肿瘤、严重肝肾功能不全及其他代谢性疾病职工, 最终 10 260 名职工纳入分析。

**1.2 方法** (1) 一般资料, 通过一对一询问的方式, 获取调查对象人口学基本资料以及慢性病既往史等信息; (2) 测定职工身高、体质量、血压; (3) 实验室检测, 抽取空腹肘静脉血 5 ml, 3 500 r/min 离心 15 min, 静置 1 h 后采用全自动生化检测仪 (卓越-1280) 及配套试剂盒定量检测血清 Hcy、尿酸 (UA)、胆固醇 (TC)、三酰甘油 (TG)、高密度脂蛋白 (HDL-C)、低密度脂蛋白 (LDL-C)。

**1.3 统计分析** 采用 SPSS 26.0 软件进行数据统计分析。计数资料采用例数 (%) 描述, 计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示, 进行  $t$  检验, 不同组间比较采用方差分

**作者简介:** 杨艳杰 (1993—), 女, 硕士, 主管技师, 主要从事理化检验工作。

**通信作者:** 朱玉娇, 副主任技师, E-mail: kidtt@qq.com

析, Logistic 回归分析危险因素, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 体检结果基本情况** 本研究纳入的 10 260 名职工均为男性, 血清 Hcy 水平 ( $18.65 \pm 10.55$ )  $\mu\text{mol/L}$ , 根据血清 Hcy 水平分为 Hcy 正常组 (5 411 人) 和 HHcy 组 (4 849 人)。表 1 可见, HHcy 组高血压发生率高于 Hcy 正常组 ( $P < 0.01$ ), 血 TG、UA 水平也较 Hcy 正常组显著升高 ( $P < 0.05$ )。

**2.2 不同特征职工血清 Hcy 水平及 HHcy 发生率** 为探讨血清 Hcy 水平的影响因素, 本研究按年龄、BMI、血脂、UA 及血压等指标进行分组。表 2 显示, 不同年龄组间血清 Hcy 水平差异存在统计学意义 ( $P < 0.05$ ),  $\leq 30$  岁组 Hcy 水平显著高于其他年龄组 ( $P < 0.01$ ),  $\leq 30$  岁和  $> 50 \sim 60$  岁组 HHcy 发生率约 50%。BMI 肥胖组血清 Hcy 水平显著高于正常体重组和超重组, 三组间两两比较差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。高血压组 Hcy 水平显著高于血压正常组, 高尿酸血症组 Hcy 水平显著高于 UA 正常组 (约  $P < 0.01$ ), 且高尿酸血症组 HHcy 发生率最高 (53.17%)。

**2.3 HHcy 危险因素 Logistics 回归分析** 以是否 HHcy

表 1 两组人员部分指标检测结果 ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	Hcy 正常组	HHcy 组	$t/\chi^2$	$P$
年龄 (岁)	35.18±10.73	35.64±11.05	2.258	0.024
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	24.92±3.49	25.29±3.59	0.489	0.625
高血压 [例 (%)]	2 744 (50.71)	2 484 (51.23)	-65.857	<0.01
SBP (mmHg)	126.99±14.56	124.05±10.33	-1.174	0.241
DBP (mmHg)	76.56±10.55	75.07±8.95	-0.924	0.356
TC (mmol/L)	4.60±0.90	4.69±0.93	-0.900	0.368
TG (mmol/L)	2.78±2.01	2.81±2.08	2.536	0.011
UA ( $\mu\text{mol/L}$ )	375.06±82.60	417.58±92.50	-9.323	<0.01
LDL-C (mmol/L)	0.92±0.19	0.91±0.18	1.789	0.074
HDL-C (mmol/L)	2.62±0.85	2.68±0.88	-1.602	0.109
Hcy ( $\mu\text{mol/L}$ )	12.10±1.85	16.88±9.70	-88.559	<0.01
合计	5 411 (52.74)	4 849 (47.26)		

注: 体质指数 (BMI), 低体重  $< 18.5 \text{ kg}/\text{m}^2$ , 正常体重  $18.5 \sim 24.0 \text{ kg}/\text{m}^2$ , 超重  $> 24.0 \sim 28.0 \text{ kg}/\text{m}^2$ , 肥胖  $> 28.0 \text{ kg}/\text{m}^2$ ; 高血压, 收缩压 (SBP)  $\geq 140 \text{ mmHg}$  和/或舒张压 (DBP)  $\geq 90 \text{ mmHg}$ ; 高尿酸血症, UA (男性)  $> 420 \mu\text{mol/L}$ ; 血脂异常, TG  $\geq 1.7 \text{ mmol/L}$ , TC  $\geq 6.22 \text{ mmol/L}$ , LDL-C  $\geq 4.14 \text{ mmol/L}$  或 HDL-C  $< 1.04 \text{ mmol/L}$  [9]。

为因变量, 年龄、BMI、血清 UA、TC、TG、LDL-C、HDL-C 水平为自变量。将所有变量引入双变量非条件 Logistics 回归模型。结果显示, 血清 UA ( $OR = 1.355$ , 95%CI 1.112~1.650) 和 TG 水平升高 ( $OR = 1.014$ , 95%CI 0.924~1.112) 为 HHcy 发生的危险因素。见表 3。

表 2 不同特征职工血清 Hcy 水平检测结果 ( $\bar{x} \pm s$ )

特征因素	人数 (%)	Hcy 水平 ( $\mu\text{mol/L}$ )	$t/F$	$P$	HHcy 人数 (%)	HHcy 水平 ( $\mu\text{mol/L}$ )
年龄 (岁)			24.344	<0.01		
$\leq 30$	4 804 (46.82)	19.59±11.46			2 367 (49.27)	27.34±12.03
$> 30 \sim 40$	2 005 (19.54)	17.85±10.09			875 (43.64)	25.49±11.18
$> 40 \sim 50$	2 171 (21.16)	17.72±9.58			966 (44.50)	24.67±10.74
$> 50 \sim 60$	1 280 (12.48)	17.94±8.80			641 (50.08)	23.43±9.57
BMI			3.294	0.020		
低体重	177 (1.73)	18.77±10.09			92 (51.98)	24.82±10.76
正常体重	4 145 (40.40)	18.51±10.30			1 990 (48.01)	25.35±11.23
超重	4 068 (39.65)	18.47±10.46			1 871 (45.99)	25.97±11.39
肥胖	1 870 (18.23)	19.34±11.29			896 (47.91)	27.35±11.77
高血压			-5.173	<0.01		
否	5 032 (49.04)	18.39±10.44			2 365 (47.00)	25.45±11.56
是	5 228 (50.96)	18.91±10.65			2 484 (47.51)	26.45±11.26
血脂异常			0.818	0.414		
否	2 559 (24.94)	18.80±10.67			1 208 (47.21)	26.32±11.42
是	7 701 (75.06)	18.60±10.51			3 641 (47.28)	25.84±11.41
高尿酸血症			-6.455	<0.01		
否	7 157 (69.76)	18.21±10.24			3 199 (44.70)	25.87±11.15
是	3 103 (30.24)	19.67±11.16			1 650 (53.17)	26.14±11.91

## 3 讨论

Hcy 可引发氧化应激反应, 干扰血液凝固, 破坏

脂质代谢稳态, 促进平滑肌增殖, 进而诱发心脑血管疾病。研究显示, 血清 Hcy 水平每升高  $4.8 \mu\text{mol/L}$ , 冠心病风险增加 1.25 倍。HHcy 是高血压、动脉粥样

表3 HHcy影响因素Logistics回归分析结果

因素	OR	B	S.E	Wald $\chi^2$	95%CI	P
常量	1.737	0.552	0.383	2.078	—	—
年龄	0.780	-0.248	0.071	12.142	0.678~0.897	<0.01
高血压	1.077	0.075	0.358	0.043	0.534~2.175	0.835
BMI	1.088	0.084	0.058	2.146	0.972~1.218	0.143
UA	1.355	0.303	0.101	9.091	1.112~1.650	<0.01
TC	1.068	0.065	0.048	1.863	0.972~1.173	0.172
TG	1.014	0.013	0.080	6.798	0.924~1.112	<0.01
LDL-C	1.229	0.206	0.136	2.298	0.941~1.605	0.130
HDL-C	0.906	-0.099	0.119	0.686	0.717~1.144	0.407

硬化、冠心病和脑卒中等心脑血管疾病发生的独立危险因素<sup>[10-11]</sup>。HHcy患者死亡风险增高,是正常人群的1.47倍<sup>[12]</sup>。因此,HHcy的防治是公共卫生领域的热点问题。铁路职工男性居多、中年人占比高、工作量大,为HHcy发病高危人群<sup>[13]</sup>。

本研究检测了10 260名铁路职工血清Hcy水平。结果显示,调查人群的血清Hcy平均水平(18.65±10.55) μmol/L,HHcy发生率47.26%,高于北京铁路局职工的发生率(37.22%)<sup>[14]</sup>。分析原因为研究对象均为男性,未纳入女性职工,造成结果偏倚。本研究采用Logistics回归模型分析年龄、BMI、血压、血清UA、TC、TG、HDL-C和LDL-C等HHcy的潜在影响因素。结果显示,年龄、血清UA和TG是HHcy发病的危险因素。

随着年龄的增长,机体营养吸收和代谢功能下降,引起血清Hcy水平升高,HHcy发生率增高<sup>[15]</sup>。Wang等<sup>[16]</sup>对13 946名45~75岁农村高血压患者的横断面调查发现,年龄是HHcy的危险因素。但本研究显示,年龄增长与HHcy患病呈负相关(OR=0.780,95%CI 0.678~0.897)。≤30岁职工的血清Hcy平均水平显著高于其他年龄组,且HHcy发生率(49.27%)仅低于>50~60岁组(50.08%)。其原因一方面可能与铁路行业在岗人员普遍年轻化、年龄分布不均衡等因素有关;另一方面也可能与职工久坐不动、吸烟、饮酒、超重、高血压、作息不规律等不良生活、饮食习惯有关。

血清UA升高是HHcy发生的危险因素,UA被认为是心脑血管疾病的危险因素。UA可通过损伤血管内皮、诱发炎症反应,进而引发和加重动脉粥样硬化;还能促进LDL-C氧化和脂质过氧化,导致氧自由基生成和血小板黏附增加。本研究表明,高尿酸组职工血清Hcy水平显著高于UA正常组( $P<0.01$ ),Logistics回归分析结果显示,UA水平升高是HHcy发生的危险因素(OR=1.355,95%CI 1.112~1.650)。

TG是机体中含量最高的脂质,高脂血症和HHcy均为心血管疾病的危险因素,两者相互影响。一方面,HHcy可上调甾醇调节元件结合蛋白的表达,引发内质网蛋白错误折叠与氧化应激,造成脂质代谢稳态失衡和高脂血症<sup>[17]</sup>;另一方面,TG升高增加HHcy的患病风险<sup>[12]</sup>,可能与脂质与蛋白质代谢间的相互干扰有关。本研究发现,血清TG升高是HHcy患病的独立危险因素(OR=1.014,95%CI 0.924~1.112)。提示控制血脂是防治HHcy的有效手段。

在HHcy发生率较高的单位应针对性地开展健康指导与干预。采用线上线下的形式,提高职工自我保健意识,引导铁路职工关注血清Hcy水平,保持健康的生活习惯,必要时进行药物干预,减少心脑血管疾病发病风险。此外,建议将血清Hcy作为职工健康体检的常规指标,每年定期进行Hcy指标监测。多措并举,积极防治铁路职工HHcy发生。

本研究数据来自武汉铁路局在职职工的常规体检调查,且未将女职工纳入其中。故尚不能完全阐明HHcy发生与血清UA、TC、TG、LDL-C和HDL-C水平之间的因果关系,需结合更多的临床研究进一步分析。其次,未分析饮食结构、吸烟、饮酒和文化程度等混杂因素对HHcy患病的影响。有待今后扩大样本数量加以深入研究。

## 参考文献

- [1] 顾景范.《中国居民营养与慢性病状况报告(2015)》解读[J].营养学报,2016,38(6):525-529.
- [2] Zhang XN, Chen G, Xu F, et al. Health-related quality of life and associated factors of frontline railway workers: A cross-sectional survey in the ankang area, Shaanxi province, China [J]. Int J Environ Res and Public Health, 2016, 13 (12): 1192.
- [3] Kumar A, Palfrey HA, Pathak R, et al. The metabolism and significance of homocysteine in nutrition and health [J]. Nutr Metab (Lond), 2017 (14): 78.
- [4] Fu Y, Wang X, Kong W. Hyperhomocysteinemia and vascular injury: Advances in mechanisms and drug targets [J]. Br J Pharmacol, 2018, 175 (8): 1173-1189.
- [5] Domi E, Hoxha M, Hoxha B, et al. The interaction between arachidonic acid metabolism and homocysteine [J]. Endocr Metab Immune Disord Drug Targets, 2021, 21 (7): 1232-1241.
- [6] Yang BY, Fan SJ, Zhi XY, et al. Prevalence of hyperhomocysteinemia in China: A systematic review and meta-analysis [J]. Nutrients, 2014, 7 (1): 74-90.
- [7] Zeng Y, Li FF, Yuan SQ, et al. Prevalence of hyperhomocysteinemia in China: An updated meta-analysis [J]. Biology (Basel), 2021, 10 (10): 959.

- [8] Kim J, Kim H, Roh H, *et al.* Causes of hyperhomocysteinemia and its pathological significance [J]. *Arch Pharm Res*, 2018, 41 (4): 372-383.
- [9] 尚红, 王毓三, 申子瑜. 全国临床检验操作规程 [M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 307-326.
- [10] Gungor L, Polat M, Ozberk MB, *et al.* Which ischemic stroke subtype is associated with hyperhomocysteinemia? [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27 (7): 1921-1929.
- [11] Larsson SC, Traylor M, Markus HS. Homocysteine and small vessel stroke: A mendelian randomization analysis [J]. *Ann Neurol*, 2019, 85 (4): 495-501.
- [12] Qin YY, Wang P, Qin JQ, *et al.* Prevalence of hyperhomocysteinemia during routine physical examination in Guangxi province, China and related risk factors [J]. *J Clin Lab Anal*, 2018, 32 (1): e22178.
- [13] Wu ZY, Zhang HP, Li ZW, *et al.* Mutual effect of homocysteine and uric acid on arterial stiffness and cardiovascular risk in the context of predictive, preventive, and personalized medicine [J]. *EPMA J*, 2022, 13 (4): 581-595.
- [14] 朱春红, 张帆, 雷联会, 等. 铁路职工高同型半胱氨酸血症发生情况及危险因素探讨 [J]. *武警医学*, 2019, 30 (10): 881-884.
- [15] Tawfik A, Elsherbiny NM, Zaidi Y, *et al.* Homocysteine and age-related central nervous system diseases: Role of inflammation [J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22 (12): 6259.
- [16] Wang Y, Li XY, Qin XH, *et al.* Prevalence of hyperhomocysteinemia and its major determinants in rural Chinese hypertensive patients aged 45—75 years [J]. *Br J Nutr*, 2013, 109 (7): 1284-1293.
- [17] Momin M, Jia J, Fan F, *et al.* Relationship between plasma homocysteine level and lipid profiles in a community-based Chinese population [J]. *Lipids Health Dis*, 2017, 16 (1): 54.

(收稿日期: 2023-01-30; 修回日期: 2023-08-09)

# 2016—2022 年北京市部分工业探伤从业人员职业性外照射个人剂量监测结果分析

## Analysis on personal monitoring results of occupational external radiation in some industrial flaw detection practitioners in Beijing from 2016 to 2022

田青香, 马永忠, 白斌

(北京市疾病预防控制中心, 北京 100013)

**摘要:** 采用热释光法对 2016—2022 年北京市工业探伤从业人员外照射个人剂量监测的结果显示, 工业探伤从业人员的人均照射年有效剂量 0.18 mSv, 远低于国家职业接触限值; 室外探伤作业人员的人均年有效剂量明显高于室内探伤从业人员, 提示应提高室外探伤作业人员安全防护意识和能力。

**关键词:** 工业探伤; 职业性外照射; 个人剂量; 放射防护

中图分类号: R144.1 文献标识码: B

文章编号: 1002-221X(2023)06-0562-02

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.06.027

为了解北京市工业探伤从业人员的职业性外照射剂量水平, 保障作业人员职业健康, 现对 2016—2022 年北京市部分工业探伤从业人员的个人剂量监测结果进行统计分析。

### 1 对象与方法

**1.1 对象** 选取 2016—2022 年在北京市疾病预防控制中心接受个人剂量监测的工业探伤从业人员为研究

对象, 其中 2016 年 882 人、2017 年 817 人、2018 年 579 人、2019 年 567 人、2020 年 548 人、2021 年 533 人、2022 年 519 人。

**1.2 方法** 采用 RGD-3B 型热释光剂量仪; GR-200A 型 LiF (Mg, Cu, P) 热释光探测器, 规格为圆片状  $\varphi 4.5 \text{ mm} \times 0.8 \text{ mm}$ ; 佩戴 TLD469 型剂量盒。剂量计均佩戴于胸部。单个监测周期 90 d, 每年监测 4 次。

**1.3 质量控制** 每年定期检定热释光测量系统, 并参加相关部门组织的实验室间的技术比对; 随机抽查热释光元件, 剔除不合格元件; 严格按照热释光测量作业指导书完成个人剂量监测工作, 对测量中发现的异常数据进行调查, 及时剔除虚假数据。

### 2 结果

**2.1 工业探伤人员不同年度受照剂量水平分布** 2016—2022 年北京市 4 445 名工业探伤从业人员的年集体有效剂量为 0.84 人·Sv, 人均年有效剂量范围 0.13~0.27 mSv, 7 年人均年有效剂量 0.18 mSv, 远低于国家职业接触限值 (20 mSv/年)。见表 1。

**作者简介:** 田青香 (1979—), 女, 主管医师, 主要从事放射防护工作。

**通信作者:** 马永忠, 主任技师, E-mail: myz0905@126.com