

井上与井下作业人群脆性骨折的病例对照研究

于耀惠¹, 张楠^{2a}, 吴寿岭^{2b}, 陈朔华^{2b}, 侯晓丽¹, 郭路¹, 刘翠霞^{2b}, 田发明¹

1. 华北理工大学公共卫生学院, 河北 唐山 063000

2. 开滦总医院 a. 骨外科 b. 心内科, 河北 唐山 063000

摘要:

[背景] 井下作业人群中, 患有骨质疏松和骨量减少的比例远高于井上作业人群。特殊的井下作业环境, 以及吸烟、饮酒、高盐饮食等不良习惯容易导致骨代谢的改变, 从而增加患上脆性骨折的风险, 给个人和社会都带来了沉重的经济负担。

[目的] 探讨不同作业环境的煤矿从业人员发生脆性骨折的影响因素, 为制定针对性措施和预防脆性骨折提供依据和参考。

[方法] 在 2006 年 6 月至 2020 年 12 月期间, 选取至少参加一次开滦集团健康体检的男性人群为研究对象。包括井上与井下两类作业岗位。采用 1:4 病例对照研究方法, 其中新发脆性骨折患者为病例组, 以参加相同年度健康体检并且年龄(± 1 岁)的非脆性骨折者为对照组。分别在井上作业人群与井下作业人群中进行两次个体匹配。同时采用条件 logistic 回归模型分别分析不同作业环境人群中脆性骨折的影响因素。

[结果] 在 113 138 名开滦集团职业人群中, 分别纳入 82 631 名井上作业人员和 30 507 名井下作业人员, 其中脆性骨折发生人数为 1 375, 占总人数的 1.22%, 井下作业人群脆性骨折的患病率高于井上作业人群(1.63% > 1.07%, $P < 0.001$)。条件 logistic 回归模型结果显示, 目前吸烟(OR=1.26, 95%CI: 1.05~1.51)、体力劳动者(OR=1.37, 95%CI: 1.06~1.78)、糖尿病(OR=1.26, 95%CI: 1.04~1.54)、窦性心动过速(OR=1.81, 95%CI: 1.23~2.66)、脑卒中病史(OR=1.51, 95%CI: 1.09~2.09)、大专及以上学历(OR=0.65, 95%CI: 0.45~0.95)、高收入水平(OR=0.69, 95%CI: 0.54~0.90)、血红蛋白水平增加(OR=0.91, 95%CI: 0.85~0.98)以及总胆固醇水平增加(OR=0.90, 95%CI: 0.82~0.99)均是井上作业人群的脆性骨折影响因素; 目前吸烟(OR=1.48, 95%CI: 1.17~1.87)、目前饮酒(OR=1.26, 95%CI: 1.01~1.56)、体力劳动者(OR=2.64, 95%CI: 1.41~4.94)、粉尘接触史(OR=1.28, 95%CI: 1.03~1.58)以及肥胖(OR=0.72, 95%CI: 0.52~0.96)均是井下作业人群脆性骨折的影响因素。

[结论] 在预防脆性骨折方面, 应特别关注从事体力劳动或有粉尘接触史的井下作业岗位人群的骨骼健康状况, 并及时纠正如吸烟、饮酒等不良习惯, 同时适当增加体重以预防脆性骨折的发生。对于井上工作者, 则应对家庭人均收入较低、从事体力劳动、既往有脑卒中或糖尿病史等脆性骨折发生的高危人群予以特别关注, 对其自身静息心率、血红蛋白以及总胆固醇水平的变化进行密切监控。

关键词: 煤矿工; 脆性骨折; 工作环境; 病例对照研究; 影响因素

Case-control study on fragility fractures in coal miners: A comparison between surface and underground workers YU Yaohui¹, ZHANG Nan^{2a}, WU Shouling^{2b}, CHEN Shuohua^{2b}, HOU Xiaoli¹, GUO Lu¹, LIU Cuixia^{2b}, TIAN Faming¹ (1. School of Public Health, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei 063000, China; 2.a. Department of Orthopedic Surgery; b. Department of Cardiology, Kailuan General Hospital, Tangshan, Hebei 063000, China)

Abstract:

[Background] The prevalence of osteoporosis and osteopenia is higher among underground coal miners than surface workers. The special underground work environment and unhealthy habits such as smoking, drinking, and a high-salt diet may lead to changes in bone metabolism, increasing the risk of fragility fractures and placing a heavy economic burden on individuals and society.



DOI 10.11836/JEOM23002

基金项目

中央引导地方发展资金项目(226Z7709G); 河北省青年拔尖人才支持计划项目(JI-2016-10); 河北省高校百名优秀创新人才支持计划(JJK-2019-14)

作者简介

于耀惠(1996—), 女, 硕士生;
E-mail: yuyaohui1114@163.com

通信作者

田发明, E-mail: tfm9911316@163.com

作者中包含编委会成员 无

伦理审批 已获取

利益冲突 无申报

收稿日期 2023-01-06

录用日期 2023-04-28

文章编号 2095-9982(2023)07-0788-08

中图分类号 R13

文献标志码 A

引用

于耀惠, 张楠, 吴寿岭, 等. 井上与井下作业人群脆性骨折的病例对照研究[J]. 环境与职业医学, 2023, 40(7): 788-795.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM23002

Funding

This study was funded.

Correspondence to

TIAN Faming, E-mail: tfm9911316@163.com

Editorial Board Members' authorship No

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2023-01-06

Accepted 2023-04-28

To cite

YU Yaohui, ZHANG Nan, WU Shouling, et al. Case-control study on fragility fractures in coal miners: A comparison between surface and underground workers[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2023, 40(7): 788-795.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM23002

[Objective] To identify potential factors influencing fragility fractures among coal miners in different working environments and to provide a basis for targeted preventive measures to reduce the occurrence of fragility fractures.

[Methods] Male participants who attended at least one of the physical examinations in Kailuan Group between June 2006 and December 2020 were included in the study. The participants were divided into two groups based on their working environment: surface or underground. A case-control study was conducted, where patients with new fragility fractures served as the case group and participants without fragility fractures served as the control group. The two groups were matched with a case:control ratio of 1:4 by age (± 1 year) and the same year of physical examination. The matching process was repeated twice, once for the surface working population and once for the underground working population. The analysis of risk factors was conducted using conditional logistic regression models.

[Results] Among a total of 113 138 employees in Kailuan Group, 82 631 surface workers and 30 507 underground workers were included, respectively. The number of individuals who suffered fragility fractures was 1 375, accounting for 1.22% of the total population. The incidence of fragility fractures in underground workers was significantly higher than that in surface workers ($1.63\% > 1.07\%$, $P < 0.001$). The results of conditional logistic regression model showed that current smoking (OR=1.26, 95%CI: 1.05, 1.51), manual labor (OR=1.37, 95%CI: 1.06, 1.78), diabetes (OR=1.26, 95%CI: 1.04, 1.54), sinus tachycardia (OR=1.81, 95%CI: 1.23, 2.66), history of stroke (OR=1.51, 95%CI: 1.09, 2.09), education at college and above (OR=0.65, 95%CI: 0.45, 0.95), high income level (OR=0.69, 95%CI: 0.54, 0.90), elevated hemoglobin (OR=0.91, 95%CI: 0.85, 0.98), and elevated total cholesterol (OR=0.90, 95%CI: 0.82, 0.99) were associated with fragility fractures in the surface working population of coal mines; current smoking (OR=1.48, 95%CI: 1.17, 1.87), current drinking (OR=1.26, 95%CI: 1.01, 1.56), manual labor (OR=2.64, 95%CI: 1.41, 4.94), history of dust exposure (OR=1.28, 95%CI: 1.03, 1.58), and obesity (OR=0.72, 95%CI: 0.52, 0.96) were associated with fragility fractures in the underground working population of coal mines.

[Conclusion] In preventing fragility fractures, special attention should be paid to the bone health of underground workers engaged in manual labor or having a history of dust exposure. It is important to correct their unhealthy behaviors in a timely manner, such as smoking and drinking, and to appropriately increase body weight to prevent fragility fractures. For surface workers, particular attention should be given to the high-risk group for fragility fractures, such as low family income per capita, manual labor, and having a history of stroke or diabetes; in addition, close monitoring of their resting heart rate, hemoglobin levels, and total cholesterol levels may help prevent fragility fractures.

Keywords: coal miner; fragility fracture; work environment; case-control study; influencing factor

脆性骨折多发于髋关节、椎骨和肱骨近端,骨折后可导致不同程度功能受限甚至残疾,并降低预期寿命,进而给个人和社会带来沉重的经济负担^[1]。全球脆性骨折的发病率呈持续上升趋势,并且这种趋势在包括中国在内的发展中国家尤为明显^[2]。

煤矿工业是我国经济支柱产业之一,男性工人为主体的。据报道,井下作业人群骨质疏松和骨量减少者的比例远高于正常人群^[3]。与正常人群相比,煤矿工人主要面临的职业有害因素有低氧、阳光照射不足、粉尘、高强度的体力劳动等,这些特殊的职业因素可影响骨骼健康^[4-6],同时,其维生素D含量低以及吸烟、饮酒、高盐饮食等不良习惯,共同导致了井下作业人群骨代谢改变进而影响脆性骨折的发生。然而,有研究表明负重的体力活动可以抵消维生素D含量低和阳光暴晒不足对井下作业人群的影响^[4]。鉴于以往研究只关注骨代谢方面,并存在争议,尚缺乏关于井上与井下作业人群社会经济学特征、工作、疾病、用药情况等方面对脆性骨折的大样本流行病学研究,因此,本研究以开滦研究人群为观察对象,通过病例对照研究探讨了不同工作环境中可能影响脆性骨折发生的

因素。

1 对象与方法

1.1 研究对象

开滦研究是在中国唐山开滦集团(支柱产业为煤炭)进行的前瞻性队列研究(注册号:ChiCTR-TNC-11001489),其详细的研究设计已在其他文献中进行描述^[5]。本次研究于2006年6月至2020年12月期间,选取至少参加一次开滦集团健康体检的男性人群为研究对象。包括井上与井下两类作业岗位。其中,新发脆性骨折患者为病例组,其数据来源于脆性骨折发生前一次体检数据。分别在井上工作人群与井下工作人群中进行两次个体匹配。匹配原则为:对每位脆性骨折患者,按年龄(± 1 岁)1:4匹配同期参加体检的4名非脆性骨折的研究对象作为对照。同时,成功匹配对照的研究对象,将不再计入下次匹配的对照组中。病例组纳入标准:男性,年龄 ≥ 18 岁,问卷内容完整,首次确诊为脆性骨折的患者;对照组纳入标准:男性,年龄 ≥ 18 岁,问卷内容完整,同病例组年龄相仿(± 1 岁)并且参加过同年度体检的非脆性骨折者。所有研究对

象均排除作业环境发生变更者;严重暴力外伤、肿瘤转移、多发性骨髓瘤等继发病理性骨折者以及致病原因缺失的患者。本研究依据赫尔辛基宣言的指导方针进行,并经开滦总医院伦理委员会批准[批号:(2006)医伦字5号],研究对象均已签署书面知情同意书。

1.2 方法

问卷调查表中人口学特征、生活方式因素(年龄、性别、吸烟状况、饮酒状况、家庭收入、教育水平、工作性质、粉尘接触史)和病史(脑卒中病史、心肌梗死病史、心房颤动病史)的信息是通过训练有素的医护人员采取面对面访谈方式逐项核实并收集的。身高、体重、血压、心率是由医生按照标准化方案进行测量^[6]。所有研究对象在每次体检时都在隔夜禁食后进行血液测试。在抽血当天使用日立自动化分析仪(日本日立集团,7600系列)对血样进行分析。检测的生化指标有空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、甘油三酯(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、尿酸(uric acid, UA)以及血红蛋白(hemoglobin, HGB)。

1.3 相关因素的定义及诊断标准

1.3.1 吸烟状况 将参加体检前已停止吸烟一年以上的定义为曾经吸烟;将近1年平均每天至少吸1支烟,持续>1年,且目前未戒烟定义为目前吸烟。

1.3.2 饮酒状况 将参加体检前已停止饮酒一年以上的定义为曾经饮酒;将近1年平均饮白酒(酒精含量>50%) $\geq 100\text{ mL}\cdot\text{d}^{-1}$,持续>1年,且目前未戒酒定义为目前饮酒。

1.3.3 体育锻炼 指体育锻炼 $\geq 3\text{ 次}\cdot\text{周}^{-1}$ 并且持续时间 $\geq 30\text{ min}\cdot\text{次}^{-1}$ 。

1.3.4 家庭人均收入 将2006年度体检中家庭人均月收入<1000元的定义为低收入水平人群,而家庭人均月收入 ≥ 1000 元的定义为高收入水平人群,2008、2010、2012、2014、2016以及2018年度体检中家庭人均月收入<5000元定义为低收入水平人群,而家庭人均月收入 ≥ 5000 元的定义为高收入水平人群。

1.3.5 粉尘接触史 依据AQ 1020—2017《煤矿井下粉尘综合防治技术规范》以及GBZ/T 192.1—2007《工作场所空气中粉尘测定第1部分:总粉尘浓度》的标准,将长期且直接接触粉尘的工作人群(掘进工、采煤工以及辅助工)定义为有粉尘接触史人群,而其他机电工、看守工、煤矿瓦斯检查作业工以及煤矿安全监

测监控作业工接触粉尘时间短且间接接触粉尘的员工定义为无接触粉尘工作人群。

1.3.6 体重指数(body mass index, BMI) BMI=体重(kg)/身高(m^2),正常: $\text{BMI} < 24\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$;超重: $24\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2} \leq \text{BMI} < 28\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$;肥胖: $\geq 28\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

1.3.7 糖尿病 依据《中国2型糖尿病防治指南》的标准将 $\text{FBG} \geq 7.0$ 或 $\text{FBG} \leq 7.0\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 但已有明确诊断糖尿病史或服用降糖药定义为糖尿病。

1.3.8 高血压病 依据《中国高血压防治指南》的标准将收缩压 $\geq 140\text{ mmHg}$ 和(或)舒张压 $\geq 90\text{ mmHg}$;或收缩压 $< 140\text{ mmHg}$ 且舒张压 $< 90\text{ mmHg}$,但已明确诊断高血压病史或正在服用降压药定义为高血压。

1.3.9 高尿酸血症 依据《中国高尿酸血症与痛风诊疗指南》的标准将UA浓度高于 $420\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 定义为高尿酸血症。

1.3.10 窦性心动过速 依据《室上性快速心律失常治疗指南》的标准将持续性的静息或轻微活动后心率大于 $100\text{ 次}\cdot\text{min}^{-1}$ 定义为窦性心动过速。

1.4 脆性骨折的评估

骨折信息来自社会医疗保障信息系统,依据姓名、身份证号、体检号来确定参加开滦集团健康体检的人员。骨折病例识别代码依据《国际疾病分类》第10版确定,脆性骨折的诊断标准根据《中国骨质疏松性骨折的诊疗指南(2017)》^[1]定义为在日常生活中未受到明显外力或受到人体从站立高度或低于站立高度跌倒产生的作用力而发生的骨折。研究者应根据骨折病例名单逐一查阅并核对住院病历系统的基本信息、影像学检查以及收集损伤原因,排除基本信息有误的病例并确认脆性骨折病例,脆性骨折的发生日期定义为首次诊断为脆性骨折的日期。

1.5 统计学分析

调查问卷资料由经过培训的人员采用EpiData 3.1进行统一录入,并进行逻辑校对。将所有的研究变量赋值,变量赋值说明见表1,正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,病例组与对照组间比较采用 t 检验;偏态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,病例组与对照组间的比较采用Mann-Whitney U 检验;计数资料以例数(百分比)表示,病例组与对照组间比较采用 χ^2 检验;为避免可能潜在因素的丢失,将单因素条件logistic回归分析 $P < 0.10$ 的因素纳入多因素条件logistic回归模型(向后)分别分析不同工作环境中煤矿工人发生脆性骨折的影响因素。所有分析都使用SAS 9.4进行,检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧检验)。

表 1 条件 logistic 回归模型分析中的赋值说明

Table 1 Variable assignment in conditional logistic regression model

变量(Variable)	赋值变量说明(Description of assigned variables)
脆性骨折(Fragility fracture)	0=否, 1=是 (0=No, 1=Yes)
文化程度(Level of education)	1=初中及以下, 2=高中或中专, 3=大专及以上学历 (1=Middle school or below, 2=High school or technical secondary school, 3=College or above)
家庭人均收入(Family income per capita)	1=低收入水平, 2=高收入水平 (1=Low income level, 2=High income level)
吸烟状况(Smoking status)	1=从未吸烟, 2=曾经吸烟, 3=目前吸烟 (1=Never smoked, 2=Ever smoked, 3=Currently smoking)
饮酒状况(Alcohol consumption status)	1=从未饮酒, 2=曾经饮酒, 3=目前饮酒 (1=Never drunk, 2=Ever drunk, 3=Currently drinking)
体育锻炼(Physical activity)	0=否, 1=是 (0=No, 1=Yes)
工作性质(Job category)	1=脑力劳动者, 2=体力劳动者 (1=White collar, 2=Blue collar)
粉尘接触史(Dust exposure history)	0=无, 1=有 (0=No, 1=Yes)
BMI	0=正常, 2=超重, 3=肥胖 (1=Normal, 2=Overweight, 3=Obese)
糖尿病(Diabetes)	0=无, 1=有 (0=No, 1=Yes)
高血压病(Hypertension)	0=无, 1=有 (0=No, 1=Yes)
高尿酸血症(Hyperuricemia)	0=无, 1=有 (0=No, 1=Yes)
脑卒中病史(History of stroke)	0=无, 1=有 (0=No, 1=Yes)
心肌梗死病史(History of myocardial infarction)	0=无, 1=有 (0=No, 1=Yes)
心房颤动病史(History of atrial fibrillation)	0=无, 1=有 (0=No, 1=Yes)
窦性心动过速(Sinus tachycardia)	0=无, 1=有 (0=No, 1=Yes)
服用降压药(Taking antihypertensive drugs)	0=否, 1=是 (0=No, 1=Yes)
服用降糖药(Taking hypoglycemic drugs)	0=否, 1=是 (0=No, 1=Yes)
服用降脂药(Taking lipid-lowering drugs)	0=否, 1=是 (0=No, 1=Yes)

2 结果

2.1 不同工作环境中病例组与对照组的基本情况比较

2006 年 6 月至 2020 年 12 月间至少参加一次开滦研究体检的 171086 名研究对象中, 最终符合纳入、排除标准的研究对象共 113138 名, 包括 82631 名井上工作者和 30507 名井下工作者, 其中脆性骨折发生人数为 1375, 占总人数的 1.22%, 井下工作者脆性骨折的患病率高于井上工作者 ($1.63\% > 1.07\%$, $P < 0.001$)。见表 2。

2.2 不同工作环境中病例组与对照组的基本情况比较

井上工作人群发生脆性骨折平均年龄为 (62.07 ± 13.03) 岁; 井下工作人群发生脆性骨折平均年龄为

(56.11 ± 14.23) 岁。在井上人群中, 与对照组相比, 脆性骨折患者中的体力劳动者、糖尿病、高血压、窦性心动过速、脑卒中病史的比例较高, 而大专及以上学历与高收入水平人群的比例较低, 收缩压、舒张压、FBG 的水平较高并且差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。在井下工作人群中, 与对照组相比, 脆性骨折患者目前吸烟、目前饮酒、体力劳动者、粉尘接触史的比例以及 FBG 的水平较高; 而 BMI 水平较低并且差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 详见表 3。

表 2 总人群与不同工作环境人群中脆性骨折的患病率

Table 2 Prevalence of fragility fractures by work environments

分组 (Group)	总人群 (Total population) (n=113 138)		井上工作人群 (Surface miners) (n=82 631)		井下工作人群 (Underground miners) (n=30 507)	
	例数 (Case)	率(Rate)/%	例数 (Case)	率(Rate)/%	例数 (Case)	率(Rate)/%
脆性骨折 (Fragility fractures)	1375	1.22	879	1.07	496	1.63
无脆性骨折 (No fragility fractures)	111763	98.78	81752	98.93	30011	98.27

2.3 井上工作人群脆性骨折的影响因素分析

以是否发生脆性骨折为应变量, 分别以吸烟状况、饮酒状况、文化程度、家庭人均收入、体育锻炼、工作性质、BMI(分类变量)、糖尿病、高血压病、高尿酸血症、窦性心动过速、心肌梗死病史、心房颤动病史、脑卒中病史、服用降压药、服用降糖药、服用降脂药、HGB、TC、TG、LDL-C、HDL-C 为自变量进行单因素条件 logistic 回归分析。

单因素 logistic 回归分析结果显示, 在 $\alpha=0.10$ 的水平上, 吸烟状况、工作性质、家庭人均收入、文化程度、糖尿病、高血压病、窦性心动过速、脑卒中病史、HGB 以及 TC 水平共 10 个因素与井上工作人群脆性骨折的患病风险相关。经共线性诊断, 以上 10 个变量的方差膨胀因子均 < 5 , 容忍度均 > 0.1 , 提示自变量之间不存在共线性问题, 将这 10 个因素纳入多因素条件 logistic 回归模型, 显示目前吸烟 (OR=1.26, 95%CI: 1.05~1.51)、体力劳动者 (OR=1.37, 95%CI: 1.06~1.78)、糖尿病 (OR=1.26, 95%CI: 1.04~1.54)、窦性心动过速 (OR=1.81, 95%CI: 1.23~2.66)、脑卒中病史 (OR=1.51, 95%CI: 1.09~2.09) 均会增加井上工作人群脆性骨折的患病风险。然而, 与低收入水平和初中及以下学历者相比, 高收入水平以及大专及以上学历人群患脆性骨

折的风险将分别降低 31%(95%CI: 10%~46%)和 35% (95%CI: 5%~55%); 此外, HGB 与 TC 每增加一个标准差, 脆性骨折的患病风险将分别降低 9%(95%CI: 2%~15%)与 10%(95%CI: 1%~18%), 详见表 4。

表 3 不同工作环境中病例组和对照组的基本情况比较
Table 3 Basic conditions of fragility fracture cases and controls by working environments

变量 (Variable)	井上工作人群 (Surface miners)(n=4 395)				井下工作人群 (Underground miners) (n=2 480)			
	病例组(Case) (n=879)	对照组(Control) (n=3 516)	t/z/ χ^2	P	病例组(Case) (n=496)	对照组(Control) (n=1 984)	t/z/ χ^2	P
年龄/岁(Age/years), ($\bar{x} \pm s$)	62.07 $\pm$ 13.03	62.07 $\pm$ 13.03	<0.01	1.000	56.11 $\pm$ 14.23	56.11 $\pm$ 14.23	<0.01	1.000
吸烟状况(Smoking status), n(%)			5.41	0.067			14.72	0.001
从未吸烟(Never smoked)	526(59.84)	2 196(62.46)			220(44.36)	1 047(52.77)		
曾经吸烟(Ever smoked)	95(10.81)	421(11.97)			50(10.08)	217(10.94)		
目前吸烟(Currently smoking)	258(29.35)	899(25.57)			226 (45.56)	720(36.29)		
饮酒状况(Alcohol consumption status), n(%)			2.61	0.271			7.56	0.023
从未饮酒(Never drunk)	568(64.62)	2 339(66.53)			238(47.98)	1 075(54.18)		
曾经饮酒(Ever drunk)	20(2.28)	56(1.59)			11(2.22)	56(2.82)		
目前饮酒(Currently drinking)	291(33.10)	1 121(31.88)			247(49.80)	853(42.99)		
文化程度(Level of education), n(%)			11.09	0.004			2.37	0.305
初中及以下(Middle school and below)	740(84.19)	2 837(80.69)			414(83.47)	1 619(81.60)		
高中或中专(High school or technical secondary school)	95(10.81)	387(11.01)			65(13.10)	1 181(91.28)		
大专及以上(College or above)	44(5.00)	292(8.30)			17(3.43)	100(5.04)		
家庭人均收入(Family income per capita), n(%)			5.90	0.015			0.81	0.367
低收入水平(Low income level)	798(90.78)	3 089(87.96)			459(92.54)	1 181(91.28)		
高收入水平(High income level)	81(9.22)	427(12.14)			37(7.46)	173(8.72)		
体育锻炼(Physical activity), n(%)			2.49	0.115			0.14	0.710
否(No)	761(86.58)	2 969(84.44)			422(85.08)	1 701(85.74)		
是(Yes)	118(13.42)	547(15.56)			74(14.92)	283(14.26)		
工作性质(Job category), n(%)			10.22	0.001			10.64	0.001
脑力劳动者(White collar)	90(10.24)	505(14.36)			13(2.62)	127(6.40)		
体力劳动者(Blue collar)	789(89.76)	3 011(85.64)			483(97.38)	1857(93.60)		
粉尘接触史(Dust exposure history), n(%)			—	—			5.22	0.022
否(No)	—	—			171(34.48)	759(40.07)		
是(Yes)	—	—			325(65.52)	1 189(59.93)		
BMI, n(%)			3.01	0.222			4.64	0.098
正常(Normal)	344(39.13)	1 424(40.50)			208(41.94)	760(38.31)		
超重(Overweight)	374(42.55)	1 533(43.60)			224(45.16)	896(45.16)		
肥胖(Obese)	161(18.32)	559(15.90)			64(12.90)	328(16.53)		
糖尿病(Diabetes), n(%)	181(20.59)	594(16.89)	6.62	0.010	81(16.33)	264(13.31)	3.03	0.082
高血压病(Hypertension), n(%)	479(54.49)	1 780(50.63)	4.21	0.040	229(46.17)	905(45.61)	0.05	0.825
高尿酸血症(Hyperuricemia), n(%)	104(11.83)	454(12.91)	0.74	0.389	53(10.69)	265(13.36)	2.53	0.389
窦性心动过速(Sinus tachycardia), n(%)	41(4.66)	92(2.62)	10.05	0.002	16(3.23)	58(2.92)	0.125	0.723
心肌梗死病史(History of myocardial infarction), n(%)	16(1.82)	66(1.88)	0.012	0.911	11(2.22)	31(1.56)	1.023	0.312
心房颤动病史(History of atrial fibrillation), n(%)	13(1.48)	31(0.88)	2.53	0.112	4(0.81)	23(1.16)	0.46	0.098
脑卒中病史(History of stroke), n(%)	55(6.26)	152(4.32)	5.86	0.016	24(4.84)	96(4.84)	0.00	1.000
服用降糖药(Taking hypoglycemic drugs), n(%)	72(8.19)	232(6.60)	2.77	0.096	27(5.44)	97(4.89)	0.26	0.612
服用降压药(Taking antihypertensive drugs), n(%)	182(20.71)	681(19.37)	0.796	0.372	84(16.94)	345(17.39)	0.06	0.811
服用降脂药(Taking lipid-lowering drugs), n(%)	35(3.98)	145(4.12)	0.036	0.849	16(3.23)	42(2.12)	2.14	0.144
BMI/(kg·m ⁻²), ($\bar{x} \pm s$)	25.00 $\pm$ 3.50	24.88 $\pm$ 3.31	-0.92	0.358	24.69 $\pm$ 3.13	25.05 $\pm$ 3.42	2.12	0.026
HGB/(g·L ⁻¹), ($\bar{x} \pm s$)	150.09 $\pm$ 17.84	148.67 $\pm$ 20.03	0.49	0.675	151.05 $\pm$ 16.18	149.70 $\pm$ 21.10	-0.86	0.599
SBP/mmHg, ($\bar{x} \pm s$)	140.15 $\pm$ 20.95	138.40 $\pm$ 20.95	-2.22	0.026	136.10 $\pm$ 20.80	136.07 $\pm$ 20.10	-0.03	0.975
DBP/mmHg, ($\bar{x} \pm s$)	85.32 $\pm$ 11.47	83.90 $\pm$ 11.16	-3.34	0.001	84.67 $\pm$ 11.56	83.90 $\pm$ 11.16	-0.06	0.947
FBG/(mmol·L ⁻¹), ($\bar{x} \pm s$)	6.14 $\pm$ 2.37	5.84 $\pm$ 1.71	-3.53	<0.001	6.00 $\pm$ 2.21	5.79 $\pm$ 1.67	-1.99	0.047
TC/(mmol·L ⁻¹), ($\bar{x} \pm s$)	4.87 $\pm$ 1.22	4.97 $\pm$ 1.58	1.76	0.078	4.95 $\pm$ 1.68	5.00 $\pm$ 2.23	0.72	0.723
TG/(mmol·L ⁻¹), M(P ₂₅ , P ₇₅)	1.26(0.88, 1.92)	1.26(0.89, 1.92)	-0.09	0.993	1.27(0.90, 1.95)	1.30(0.89, 1.99)	-0.27	0.784
HDL-C/(mmol·L ⁻¹), ($\bar{x} \pm s$)	1.51 $\pm$ 1.42	1.46 $\pm$ 0.42	-1.23	0.221	1.51 $\pm$ 1.42	1.50 $\pm$ 0.42	0.54	0.901
LDL-C/(mmol·L ⁻¹), ($\bar{x} \pm s$)	2.69 $\pm$ 0.94	2.67 $\pm$ 0.86	-0.66	0.511	2.69 $\pm$ 0.94	2.67 $\pm$ 0.86	0.64	0.521

[注] BMI 为体重指数, HGB 为血红蛋白, SBP 为收缩压, DBP 为舒张压, FBG 为空腹血糖, TG 为甘油三酯, TC 为总胆固醇, HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇, LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇。
[Note] BMI: Body mass index, HGB: Hemoglobin, SBP: Systolic pressure, DBP: Diastolic pressure, FBG: Fasting blood glucose, TG: Triglyceride, TC: Total cholesterol, HDL-C: High-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: Low-density lipoprotein cholesterol.

表 4 井上工作人群脆性骨折影响因素的条件
logistic 回归分析

Table 4 Conditional logistic regression of influencing factors of
fragility fractures in surface miners

变量(Variable)	单因素分析 (Univariate analysis)		多因素分析 (Multiple analysis)	
	OR (95%CI)	P	OR (95%CI)	P
吸烟状况(Smoking status)				
从未吸烟(Never smoked)	1.00	—	1.00	—
曾经吸烟(Ever smoked)	0.91 (0.70~1.18)	0.477	0.90 (0.69~1.18)	0.461
目前吸烟(Currently smoking)	1.23 (1.03~1.46)	0.023	1.26 (1.05~1.51)	0.011
工作性质(Job category)				
脑力劳动者(White collar)	1.00	—	1.00	—
体力劳动者(Blue collar)	1.48 (1.16~1.87)	0.001	1.37 (1.06~1.78)	0.018
家庭人均收入(Family income per capita)				
低收入水平(Low income level)	1.00	—	1.00	—
高收入水平(High income level)	0.73 (0.57~0.94)	0.015	0.69 (0.54~0.90)	0.006
文化程度(Educational level)				
初中及以下(Middle school or below)	1.00	—	1.00	—
高中或中专(High school or technical secondary school)	0.91 (0.71~1.16)	0.433	0.97 (0.75~1.25)	0.816
大专及以上学历(College or above)	0.54 (0.38~0.76)	0.001	0.65 (0.45~0.95)	0.026
糖尿病(Diabetes)				
否(No)	1.00	—	1.00	—
是(Yes)	1.28 (1.06~1.54)	0.001	1.26 (1.04~1.54)	0.001
高血压病(Hypertension)				
否(No)	1.00	—	—	—
是(Yes)	1.18 (1.01~1.38)	0.033	—	—
窦性心动过速(Sinus tachycardia)				
否(No)	1.00	—	1.00	—
是(Yes)	1.82 (1.25~2.65)	0.002	1.81 (1.23~2.66)	0.002
脑卒中病史(History of stroke)				
无(None)	1.00	—	1.00	—
有(Yes)	1.49 (1.08~1.68)	0.015	1.51 (1.09~2.09)	0.013
HGB ⁺	0.93 (0.86~1.00)	0.039	0.91 (0.85~0.98)	0.016
TC ⁺	0.92 (0.83~1.00)	0.062	0.90 (0.82~0.99)	0.038

[注]*: 每增加一个标准差。单因素条件 logistic 回归分析结果仅展示了 $P<0.10$ 的因素, 多因素条件 logistic 回归分析结果仅展示 $P<0.05$ 的因素。

[Note]*: For each additional standard deviation. The univariate conditional logistic regression analysis only shows factors with $P<0.10$, while the multivariate conditional logistic regression analysis only shows factors with $P<0.05$.

2.4 井下工作人群脆性骨折的影响因素分析

以是否发生脆性骨折为应变量, 分别以吸烟状况、饮酒状况、文化程度、家庭人均收入、体育锻炼、工作性质、粉尘接触史、BMI(分类变量)、糖尿病、高血压病、高尿酸血症、窦性心动过速、心肌梗死病史、心房颤动病史、脑卒中病史、服用降压药、服用降糖药、服用降脂药、HGB、TC、TG、LDL-C、HDL-C 为自变量进行单因素条件 logistic 回归分析。

单因素 logistic 回归分析结果显示, 在 $\alpha=0.10$ 的水平上, 文化程度、吸烟状况、饮酒状况、工作性质、粉尘接触史、糖尿病、BMI 共 7 个因素与井下工作人群脆性骨折的患病风险相关。经共线性诊断, 7 个变量方差膨胀因子均 <5 , 容忍度均 >0.1 , 提示自变量之间不存在严重共线性问题, 将这 7 个因素纳入多因素条件 logistic 回归模型中, 结果显示, 目前吸烟 (OR=1.48, 95%CI: 1.17~1.87)、目前饮酒 (OR=1.26, 95%CI: 1.01~1.56)、体力劳动者 (OR=2.64, 95%CI: 1.41~4.94)、粉尘接触史 (OR=1.28, 95%CI: 1.03~1.58) 均与井下工作人群脆性骨折患病风险增加相关。然而, 与体重正常者相比, 肥胖人群脆性骨折的患病风险将降低 28% (95%CI: 4%~48%), 详见表 5。

表 5 井下工作人群脆性骨折影响因素的条件
logistic 回归分析

Table 5 Conditional logistic regression of influencing factors of
fragility fractures in underground miners

变量(Variable)	单因素分析 (Univariate analysis)		多因素分析 (Multiple analysis)	
	OR (95%CI)	P	OR (95%CI)	P
文化程度(Educational level)				
初中及以下(Middle school or below)	1.00	—	—	—
高中或中专(High school or technical secondary school)	0.91 (0.66~1.26)	0.584	—	—
大专及以上学历(College or above)	0.62 (0.35~1.08)	0.093	—	—
吸烟状况(Smoking status)				
从未吸烟(Never smoked)	1.00	—	1.00	—
曾经吸烟(Ever smoked)	1.03 (0.71~1.50)	0.871	1.01 (0.69~1.48)	0.970
目前吸烟(Currently smoking)	1.58 (1.26~1.97)	<0.001	1.48 (1.17~1.87)	0.001
饮酒状况(Drinking status)				
从未饮酒(Never drunk)	1.00	—	1.00	—
曾经饮酒(Ever drunk)	0.87 (0.44~1.74)	0.693	0.88 (0.44~1.77)	0.719
目前饮酒(Currently drinking)	1.33 (1.08~1.63)	0.007	1.26 (1.01~1.56)	0.042
工作性质(Job category)				
脑力劳动者(White collar)	1.00	—	1.00	—
体力劳动者(Blue collar)	2.67 (1.48~4.81)	0.001	2.64 (1.41~4.94)	<0.001

续表 5

变量(Variable)	单因素分析 (Univariate analysis)		多因素分析 (Multiple analysis)	
	OR (95%CI)	P	OR (95%CI)	P
粉尘接触史(Dust exposure history)				
否(No)	1.00	—	1.00	—
是(Yes)	1.28 (1.04~1.58)	0.020	1.28 (1.03~1.58)	0.024
BMI				
正常(Normal)	1.00	—	1.00	—
超重(Overweight)	0.92 (0.74~1.13)	0.428	0.92 (0.74~1.13)	0.394
肥胖(Obese)	0.71 (0.52~0.97)	0.032	0.72 (0.52~0.96)	0.040
糖尿病(Diabetes)				
否(No)	1.00	—	—	—
是(Yes)	1.29 (0.97~1.70)	0.076	—	—

[注] 单因素条件 logistic 回归分析结果仅展示 $P<0.10$ 的因素, 多因素条件 logistic 回归分析结果仅展示 $P<0.05$ 的因素。
[Note] Univariate conditional logistic regression analysis only shows factors with $P<0.10$, while multivariate conditional logistic regression analysis only shows factors with $P<0.05$.

3 讨论

本次研究揭示出在不同工作环境下, 脆性骨折的潜在相关影响因素存在差异, 主要表现在收入水平、生活习惯、疾病史、工作情况、体格及生化指标异常方面。具体来说, 虽然当前吸烟和体力劳动者皆是井上与井下工作人群脆性骨折共同的影响因素, 但是与井下工作人群脆性骨折患病的关联程度更高。此外, 家庭人均收入、糖尿病、脑卒中病史、心动过速、HGB、TC 水平只与井上工作人群脆性骨折患病风险相关, 饮酒、粉尘接触史以及肥胖与井下工作人群脆性骨折患病风险相关。

据报道^[7-8], 作为男性职业群体, 井下煤矿工人普遍存在吸烟行为, 其中在土耳其以及中国两个煤矿工作人群报道的吸烟率分别为 66.3%和 56.3%。加之, 煤矿工人工作压力大, 可能导致吸烟状况频发^[9]。因此, 今后在预防脆性骨折的工作中应高度重视吸烟人群, 尤其是从事井下工作的吸烟人群。此外, 由于井下工作人群的体力劳动者其所处空间狭小, 机械化和自动化水平机器利用率较低, 致使井下体力劳动者搬运重物的几率增加。瑞典研究表明^[10], 工作相关的体力活动会增加髌部骨折的发病风险。这些研究进一步证实了本研究结果。

过量饮酒损害人类健康已是业内共识。本研究发现井下工作人群目前饮酒发生脆性骨折患病风险将增加 26%(OR=1.26, 95%CI: 1.01~1.56)。澳大利亚的研

究表明井下矿工报告的酒精摄入量高于露天矿工^[11], 这与本研究结果一致, 据报道, 长期饮酒可影响骨重塑并导致骨的微观结构变化, 影响皮质骨厚度^[12]。此外, 本研究还发现在井下工作人群中肥胖可降低脆性骨折的患病风险(OR=0.72, 95%CI: 0.52~0.96), 这归因于井下工作人群大多呈现为营养不良的状态^[13], 同时井下工作人群长期饮酒的习惯, 导致激素失调——特别是瘦素(通过中枢神经系统降低骨量), 致使体重减轻^[14], 因此, 本研究不仅揭示了限酒对预防脆性骨折的重要性, 而且发现对于井下工作人群而言体重增加将可能对脆性骨折的发生起到潜在保护作用。

本研究结果显示, 井下工作人群粉尘接触是脆性骨折的危险因素(OR=1.28, 95%CI: 1.03~1.58)。国内研究发现, 煤矿工人随着尘肺病情的加重, 骨密度(bone mineral density, BMD)会随之明显下降^[5]。同时尘肺患者大多数会出现不同程度的缺氧。而缺氧可使体内白细胞介素-6 含量增高, 进而增强破骨细胞活性, 刺激骨吸收, 致使骨质疏松症的出现^[15]。

本研究还发现在井上工作人群中, 糖尿病、窦性心动过速以及脑卒中病史均是井上工作人群脆性骨折的危险因素。这归因于井上工作人群营养水平较高, 增加了糖尿病^[16]以及脑卒中^[17]的发病风险进而引发脆性骨折。糖尿病、窦性心动过速以及脑卒中病史也会引起人体在神经及平衡方面的功能障碍, 增加跌倒风险及影响骨质量, 并导致骨微结构退变。同时服用心血管疾病药物, 如肝素、口服抗凝剂和循环利尿剂药物也会影响骨折的发生^[18], 因此, 应提醒糖尿病、窦性心动过速以及既往有脑卒中病史的高危个体需谨慎用药并对其进行早期干预, 以减少脆性骨折的发生。

TC 与 HGB 每升高一个标准差均会降低井上工作人群的脆性骨折风险, 在一项观察性研究中, 发现 TC 每增加 $10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 发生椎体骨折的风险就会降低 2.2%^[19]。最近的一项研究显示, 低血红蛋白与男性成年人的低 BMD 和高骨折风险有关^[20]。在一项针对绝经后妇女的研究中^[21], 发现贫血是椎体 BMD 下降的影响因素(OR=2.48, 95%CI: 1.31~4.71)。相比之下, TC 与 HGB 水平和脆性骨折之间的关联还没有得到彻底的研究, 并且仅限于特定部位、贫血、性别和年龄方面。关于 TC 以及 HGB 影响脆性骨折风险的调控机制尚不明确, 有待于在今后的研究中加以证实。

此外, 在井上工作人群中, 大专及以上学历以及高收入水平是脆性骨折的保护因素; 据报道, 受教育水平和收入水平与骨质疏松风险感知呈正相关^[22], 因

此,受过高等教育和收入较高的人更有可能意识到预防骨折^[23]。此外,有研究表明^[24]收入与手部灵敏性、协调性和心理活动的稳定性有关,这有利于跌倒风险的降低从而预防骨折的发生。

本研究基于开滦研究,人群样本量大,脆性骨折病例是根据基本信息、入院诊断、出院诊断、损伤原因、影像学检查以及《国际疾病分类》第10版的代码来识别,因此结果可靠并且降低了信息偏倚。同时,本研究收集了大量与脆性骨折相关的因素以证实不同工作环境下脆性骨折影响因素,为更有针对性预防脆性骨折提供了参考。然而,本研究作为病例研究,仅提出了关联性,但不能得出因果推论,因此需要在更多前瞻性研究中验证。此外,受限于资金不足、实验条件不成熟等外部原因,本研究无法收集关于BMD、长期激素药物史、甲状腺功能亢进、维生素D以及具体的体力活动情况、工龄等因素相关资料。

综上所述,预防脆性骨折需重点关注井下作业岗位的人群骨骼健康,特别是体力劳动者以及有粉尘接触史的人群;同时及时纠正井下工作人群吸烟、饮酒等亚健康行为,适当增加体重将有助于预防脆性骨折。此外,应重点关注井上工作人群糖尿病、窦性心动过速、脑卒中病史等脆性骨折高危人群,密切监测TC、HGB水平变化,以减少脆性骨折的发生。在未来研究应全面筛查脆性骨折影响因素,优化在不同工作环境下脆性骨折风险预测体系,将对筛选脆性骨折的高危人群以及具有针对性的提早预防脆性骨折起到重要作用。

参考文献

- [1] BABAR S, LAU R, O'FLYNN N, et al. Risk assessment of fragility fractures: summary of NICE guidance[J]. *Br Med J*, 2012, 345: e3698.
- [2] LI HL, SHEN Y, TAN LH, et al. Relationship between bone mineral density and fragility fracture risk: a case-control study in Changsha, China[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 728.
- [3] 邵仲达, 李艳丽, 袁淑青, 等. 华北地区井下工人骨密度水平及骨质疏松患病率特点[J]. *现代预防医学*, 2015, 42(6): 991-993.
SHAO ZD, LI YL, YUAN SQ, et al. Characterization of bone mineral density and the incidence of osteoporosis among coal miners in North China[J]. *Mod Prev Med*, 2015, 42(6): 991-993.
- [4] ZHENG Z, CHEN Y, YANG Y, et al. A predictive model for abnormal bone density in male underground coal mine workers[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(15): 9165.
- [5] 李海学, 翟鹏勇, 延晋丰. II、III期煤工尘肺病患者随年龄增长骨密度的变化情况[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2012, 30(8): 593-595.
LI XH, ZHAI PY, YAN JF. Bone mineral density changes in coal workers' pneumoconiosis in Two and Triple stages with increasing ages[J]. *Chin J Ind Hyg Occup Dis*, 2012, 30(8): 593-595.
- [6] ROGMARK C, FEDOROWSKI A, HAMREFORS V. Physical activity and psychosocial factors associated with risk of future fractures in middle-aged men and women[J]. *J Bone Miner Res*, 2021, 36(5): 852-860.
- [7] UNALCAK M, ALTIN R, KART L, et al. Smoking prevalence, behaviour and nicotine addiction among coal workers in Zonguldak, Turkey[J]. *J Occup Health*, 2004, 46(4): 289-295.
- [8] 宋志方, 张玉东, 张美荣. 徐州矿务集团2个煤矿接尘工人职业健康状况分析[J]. *职业与健康*, 2013, 29(23): 3062-3065.
SONG ZF, ZHANG YD, ZHANG MR. Analysis on occupational health status of exposure workers in 2 coal mines of Xuzhou Coal Mining Group[J]. *Occup Health*, 2013, 29(23): 3062-3065.
- [9] LU Y, ZHANG Z, YAN H, et al. Effects of occupational hazards on job stress and mental health of factory workers and miners: A propensity score analysis[J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020: 1754897.
- [10] TRIMPOU P, LANDIN-WILHELMSEN K, ODÉN A, et al. Male risk factors for hip fracture-a 30-year follow-up study in 7, 495 men[J]. *Osteoporos Int*, 2010, 21(3): 409-416.
- [11] TYNAN RJ, CONSIDINE R, WIGGERS J, et al. Alcohol consumption in the Australian coal mining industry[J]. *Occup Environ Med*, 2017, 74(4): 259-267.
- [12] JOHNSON JT, HUSSAIN MA, CHERIAN KE, et al. Chronic alcohol consumption and its impact on bone and metabolic health-A narrative review[J]. *Indian J Endocrinol Metab*, 2022, 26(3): 206-212.
- [13] DOS SANTOS M, PENTEADO JO, SOARES MC F, et al. Association between DNA damage, dietary patterns, nutritional status, and non-communicable diseases in coal miners[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2019, 26(15): 15600-15607.
- [14] ABUKHADIR SS, MOHAMED N, MOHAMED N. Pathogenesis of alcohol-induced osteoporosis and its treatment: a review[J]. *Curr Drug Targets*, 2013, 14(13): 1601-1610.
- [15] METZGER CE, NARAYANAN SA. The role of osteocytes in inflammatory bone loss[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2019, 10: 285.
- [16] XU S, MING J, JIA A, et al. Normal weight obesity and the risk of diabetes in Chinese people: a 9-year population-based cohort study[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 6090.
- [17] SPENCE JD. Nutrition and risk of stroke[J]. *Nutrients*, 2019, 11(3): 647.
- [18] MAZZIOTTI G, CANALIS E, GIUSTINA A. Drug-induced osteoporosis: mechanisms and clinical implications[J]. *Am J Med*, 2010, 123(10): 877-884.
- [19] SIVAS F, ALEMDAROĞLU E, ELVERICI E, et al. Serum lipid profile: its relationship with osteoporotic vertebrae fractures and bone mineral density in Turkish postmenopausal women[J]. *Rheumatol Int*, 2009, 29(8): 885-890.
- [20] CHUANG M H, CHUANG T L, KOO M, et al. Low hemoglobin is associated with low bone mineral density and high risk of bone fracture in male adults: A retrospective medical record review study[J]. *Am J Mens Health*, 2019, 13(3): 1557988319850378.
- [21] KORKMAZ U, KORKMAZ N, YAZICI S, et al. Anemia as a risk factor for low bone mineral density in postmenopausal Turkish women[J]. *Eur J Intern Med*, 2012, 23(2): 154-158.
- [22] WANG L, LI Y. The impact of communication on women's risk perceptions for osteoporosis in China[J]. *Women Health*, 2021, 61(9): 845-853.
- [23] HO SC, CHEN YM, WOO JL. Educational level and osteoporosis risk in postmenopausal Chinese women[J]. *Am J Epidemiol*, 2005, 161(7): 680-690.
- [24] 张斌, 杨柳叶, 康辉, 等. 煤矿工人神经行为特征及影响因素[J]. *环境与职业医学*, 2019, 36(2): 121-127,133.
ZHANG B, YANG LY, KANG H, et al. Characteristics and influencing factors of neurobehavioral function of coal miners[J]. *J Environ Occup Med*, 2019, 36(2): 121-127,133.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 陈姣)