综述
Review

煤矿井下工人腰背痛影响因素及预防措施的研究进展

别凤赛，徐洋，佟林全，李静芸，王雪涛

国家卫生健康委职业安全卫生研究中心，北京 102308

摘要：

腰背痛是煤矿井下作业常见的工作相关疾病，患病率高，严重影响着煤矿井下工人的身心健康以及工作质量。引起煤矿井下工人腰背痛的危险因素诸多，本文针对煤矿井下工人腰背痛的危险因素和防控措施进行综述，探讨个体因素、体力负荷、姿势负荷、劳动组织、社会心理因素、作业环境对其腰背痛的影响，以期从加强健康教育与培训，改善工人的职业紧张状况和劳动条件，合理安排劳动组织，改变劳动姿势和合理用力等方面加以预防。

关键词：煤矿井下工人；腰背痛；职业危害；肌肉骨骼疾患

Research progress on influencing factors and preventive measures of occupational low back pain in coal mine workers

BIE Fengsai, XU Yang, TONG Linquan, LI Jingyun, WANG Xuetao (National Center for Occupational Safety and Health, National Health Commission of the People's Republic of China, Beijing 102308, China)

Abstract:

Low back pain is a common work-related disease in coal mining industry, with a high prevalence, which seriously affects the physical and mental health and work performance of coal miners. There are many risk factors for low back pain in coal mine workers. This article reviewed the risk factors and preventive measures of low back pain in coal mine workers, elaborated the influences of individual factors, physical load, postural load, labor organization, social psychological factors, and working environment, and discussed the preventive strategies such as strengthening health education and training, mitigating occupational stress, improving working conditions, encouraging a proper labor organization, and avoiding awkward working postures and forceful exertion.

Keywords: coal mine worker; low back pain; occupational hazard; muscular skeletal disorder

腰背痛是一种普遍的职业性相关疾病，其特点是腰背部疼痛，伴有酸麻胀感，且运动受到限制[1]，该疾病具有累及负重关节、反复发作、高患病率、高致残率、难治愈等特点，严重影响着患者的生存质量[2-4]，是威胁人类健康的重大公共卫生问题。由于我国煤矿井下作业环境普遍存在潮湿、寒冷、进风道的进风量大、采光照明不足、噪声、空气中含有有害气体且防护设施缺乏等不良因素，使得煤矿井下工人成为腰背痛的高危人群。因此，研究该人群的腰背痛影响因素及其预防措施具有重要的现实意义。

1 煤矿井下工人腰背痛的患病概况

煤矿井下工人腰背部的损伤高于一般职业人群。一般人群腰背痛的患病率为15%~20%，而煤矿井下工人腰背痛的患病率高达50%以上[5-6]。据报道，我国煤矿井下工人腰背痛患病率高达67.6%[7]。国外煤矿井下工人腰背痛患病率也较高，如土耳其煤矿井下工人腰背痛患病率高达78.0%[8]。

腰背痛严重威胁着煤矿井下工人的健康及生活质量，也是其劳动力下降的主要原因。据报道，在全球范围内煤矿井下工人肌肉骨骼疾患（muscular

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2021.20461

作者简介
别凤赛（1992—），女，硕士，研究实习员；
E-mail：2540725748@qq.com

通信作者
王雪涛，E-mail：13146686168@163.com

伦理审批 不需要
利益冲突 无申报
收稿日期 2020-09-29
录用日期 2021-03-11

文章编号 2095-9982(2021)06-0674-05
中图分类号 R135
文献标志码 A

▸引用
别凤赛，徐洋，佟林全，等.煤矿井下工人腰背痛影响因素及预防措施的研究进展[J].环境与职业医学，2021，38(6)：674-678.

▸本文链接
www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20461

Correspondence to
WANG Xuetao, E-mail: 13146686168@163.com

Ethics approval Not required
Competing interests None declared
Received 2020-09-29
Accepted 2021-03-11

▸To cite
BIE Fengsai, XU Yang, TONG Linquan, et al. Research progress on influencing factors and preventive measures of occupational low back pain in coal mine workers[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(6): 674-678.

▸Link to this article
www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20461

skeletal disorders，MSDs）患病率较高，其中腰背痛已经成为工作缺勤的主要原因之一[9]。这不仅大大降低煤矿井下工人的工作效率和生活质量，还会给工人带来沉重的经济负担。腰背痛亦是45~49岁患者失能致残的主要原因，《2017年全球疾病负担研究》（GBD 2017）报告指出，2017年中国人群因腰背痛造成的伤残调整寿命年高达718万人年[10]。

2 煤矿井下作业的特点

我国煤矿资源地质条件复杂，开采形式主要以井下开采为主。与其他行业相比，煤矿井下工人的工作特点主要表现在以下几个方面：（1）工作空间狭小。我国95%的煤矿开采是井下作业，开采方式主要采用巷道推进模式[11]，推进过程中大型开挖机器使得巷道的空间变得非常狭窄，从而导致工人工作过程中的活动空间变小。（2）手工搬运作业普遍存在。煤矿井下作业过程中手工搬运较多，搬运过程中需要长时间、反复地对工具或材料进行拖、拉、举、搬、背、抱、拿、放等体力劳动。（3）生产环境复杂多变。煤炭工业生产条件相对特殊，工作地点位于煤矿井下，工人在作业过程中会受到潮湿、通风不良等不良工作环境的影响。（4）作业环境艰苦。煤矿井下工人需要长时间、倒班式作业，高强度的体力劳动，极易产生焦躁情绪[12]。

3 煤矿井下工人腰背痛的影响因素

煤矿井下工人腰背痛是多种因素共同作用的结果，可能是因为重复性操作、工作姿势不正确、用力过度等造成的组织损伤而引起[13]。1999年美国国家研究委员会提出了MSDs的影响因素，包括：设备和环境、工作过程、组织因素、社会因素、个人生理以及心理因素。2001年Malchaire等[14]通过Meta分析发现，重复性操作、体力负荷、静态负荷、不正确的工作姿势、振动和长时间搬举重物等危险因素均会诱发职业性MSDs。2013年国外学者Lee等[15]通过将风险感知和工作行为的主要理论与MSDs的流行病学模型结合起来，形成了MSDs的概念框架。该框架主要包括个体因素、工作因素、组织因素，其中工作因素包括工作特点、生物力学因素、心理社会因素三方面；组织因素包括工作场所特点、安全环境两方面的内容。本文在以上研究的基础上，结合我国煤矿井下工人的工作特点探讨个体因素、体力负荷、姿势负荷、劳动组织、社会心理因素、作业环境等，对煤矿井下工人腰背痛患病的影响。

3.1 个体因素

随着煤矿井下工人工龄的增加，腰背痛患病率有明显增加的趋势[12]。张建萍等[2]指出，除了年龄因素外，工种、工龄、外伤史、吸烟、饮酒等个体因素均是诱发腰背痛的危险因素。其中外伤史是主要的危险因素，有外伤史者腰背痛的患病风险增加1.85倍。工种不同，工人腰背痛的患病率差异有统计学意义，采煤工与掘进工腰背痛患病率明显高于辅助工人。

3.2 体力负荷因素

Zwerling等[16]在一项研究中将煤矿井下工人按照体力劳动强度进行分类，结果发现腰背痛产生的风险随着劳动强度的升高而呈明显上升趋势，腰背痛的发生率与体力劳动强度存在正相关关系。徐光兴[6]、安道根[17]指出煤矿井下综掘面工作过程中需要人工搬运（拖、拉、举、搬、背、抱、拿、放等）巷道掘进的工具材料等，在搬运过程中经常面临负荷大、搬运频率高、物料重、弯腰、用力猛、姿势不正确（搬举垂直距离不正确，搬举重物远离身体的距离不适等）以及长时间搬运重物等操作，均会导致腰背部疲劳，进而受到损伤。躯干频繁进行搬举重物、弯曲、扭动等重复性劳动，均会加大脊柱和腰背部肌肉的姿势负荷和力量负荷，导致腰背部肌肉、脊椎和韧带发生损伤，引起腰背部疼痛甚至发生功能性障碍。

3.3 姿势负荷因素

Stewart等[9, 18]指出煤矿井下工人腰背痛发生与其长时间站立有关。徐光兴[6]调查显示，长期不正确姿势作业是引起煤矿井下工人腰背痛患病率高的原因之一。在工作过程中采用的工作姿势不同，腰背部的负荷量和受力方式也不同，会对腰背部脊柱及肌肉产生不同的影响[19]。因煤矿井下作业环境特殊，工人常被迫采取诸如蹲位举（半蹲举、背举）重物、长时间坐位、长时间站位、弯腰体位（大幅度弯腰）等姿势作业，均会造成腰背部脊柱、关节和肌肉的受力方式和负荷量不同。持久而不良的静态姿势作业极易导致腰背部受力部位出现血液循环受阻，代谢产物不易清除，从而产生肌肉酸痛、疲劳等症状，最终导致腰背痛的产生[20-21]。

3.4 劳动组织因素

研究显示，休息时间不充分、加班、人员短缺等是煤矿井下工人腰背痛发生的重要危险因素[17]。人员短缺意味着工人可能要完成更多的工作，因而要承

担更多的工作负荷；加班意味着工人暴露于工作负荷的时间更长；休息不足会造成工人腰背部的肌肉乳酸大量堆积，导致腰背部肌肉疲劳甚至发生损伤，从而增大腰背痛患病的风险。相反，充足的休息时间使得腰背部肌肉组织的疲劳和损伤症状可以在一定程度上得到减缓和修复。

3.5 社会心理因素

煤矿井下作业具有危害因素多、工作负荷大和作息不规律等工作特点，在一定程度上会使煤矿井下工人的心理产生负面消极情绪，继而损伤机体内部细胞、组织、器官，最终可能导致煤矿井下工人产生腰背痛[22-23]。王菁菁等[24]通过Meta分析发现，工作压力大、高工作要求、低领导支持、低工作满意度以及低同事支持等心理因素与腰背痛发生有关联，其中工作压力大是主要危险因素，工作压力大使煤矿井下工人腰背痛的患病风险增加1.54倍。

3.6 作业环境因素

在我国，煤矿井下作业普遍存在工具缺陷、设备简陋、缺乏防护措施等，加之井下进风道的进风量大，寒冷、潮湿、采光照明不足、噪声等不良工作环境，均会加大煤矿井下工人腰背痛发生的风险[25]。张建萍等[2]调查显示：煤矿井下潮湿、进风道风量大等是煤矿井下工人腰背痛产生的主要危险因素；而工作服装的保暖和防潮性能是煤矿井下工人腰背痛发生的保护因素。此外，靳江涛[12]指出，噪声也是煤矿井下工人腰背痛发生的危险因素，噪声通过刺激煤矿井下工人神经，引起烦躁等心理因素，从而导致腰背部酸痛症状。

多因素导致煤矿井下工人腰背痛已经成为国内外研究者的共识，但鉴于我国煤矿井下工人腰背痛判定标准的模糊性，评价方法的主观性，调查方法的局限性以及煤矿井下作业环境的复杂性，因果关联的推断仍需进一步研究。

4 煤矿井下工人腰背痛的防控措施

及时发现煤矿井下工人在工作中存在的危险因素，对于保护工人健康，提高工作效率，减少煤矿行业经济损失，降低国家的疾病经济负担具有重要意义。

4.1 加强健康教育与培训

认知行为干预是预防控制腰背痛发生的有效方法之一。职业卫生行为干预常用的方法包括健康教育和培训[20, 26]。健康教育可以提高煤矿井下工人的职业危害因素认知，自我保护意识和自我保健能力，是有效预防腰背痛的重要手段[27]。企业可以针对不同文化水平和认知能力的煤矿井下工人，制定相应干预措施，比如通过单位定期集中组织学习、发放宣传折页、张贴海报等健康教育方式来提高工人腰背痛预防知识水平。早期研究显示用人单位集体组织学习是工人最乐意接受的健康教育方式[28]。企业可以通过组织工人定期学习讲解腰背痛的相关知识，包括：腰背痛的定义、症状、解剖知识、正确的工作姿势、抬举和搬运重物的技巧等；企业也可以通过现场培训，使煤矿井下工人掌握作业过程中应采用的正确搬运、抬举等作业姿势，来预防矿工腰背痛疾患的发生。

4.2 缓解职业紧张状况

缓解煤矿井下工人职业紧张状况是预防腰背痛的重要内容。企业层面，煤矿企业领导应加大对工人的防护，为工人佩戴防护设备，努力改善井下作业环境，减少噪声、粉尘等职业危害因素对工人带来的影响。此外，企业应对煤矿井下工人进行心理健康检查，从而及时发现病症，并尽早治疗[29-30]。个人层面，煤矿井下工人应避免职业紧张带来的压力，可以通过锻炼身体，放松心情，生活中保持良好心态等方式来缓解工作中的紧张；此外，工人应加强自身的防护，工作过程中应自觉佩戴耳塞或耳罩以减少噪声引起的烦躁情绪，缓解职业紧张状况，促进心理健康，从而减少腰背痛的发生。

4.3 改善劳动条件

改善煤矿井下工人劳动条件是预防腰背痛的基本措施。首先，对于搬运工作者，应增加搬运辅助设备或采用适当的搬运方式以减少工人脊柱的负荷。对于强迫体位工作者，可借助搬运辅助工具进行改善，尽量避免弯腰、屈膝、扭转身体等动作，对于难以避免的强迫体位姿势者应尽量减少其作业时的强迫体位时间。其次，改善煤矿井下工作环境，降低井下的潮湿度，提高井下工人的服装保暖、防潮性能等措施在一定程度上可以大大降低煤矿井下工人腰背痛的发生[2]。

4.4 合理安排劳动组织

合理安排劳动组织是预防腰背痛的重要手段。建议：(1) 合理安排矿工的劳动内容，分散劳动强度。对工作过程中需要抬、搬、举等较重体力负荷的作业，应科学制定负重标准，以避免煤矿井下工人超负荷作业。(2) 制定合理的劳动作息制度。企业应制定合理的劳动作息制度，并根据煤矿井下工人的劳动强度、作业时间和生理、心理适应能力等，合理地组织安排

工作。

4.5 指导正确的劳动姿势和合理用力

正确的劳动姿势和合理用力可以有效预防腰背痛的发生。煤矿井下工人作业，如搬举重物时，应尽可能使身体保持均衡的自然状态，避免长时间处于倾斜或强迫体位状态，或改变姿势以减轻姿势负荷。同时在搬举重物时需要克服物料或工具的重力、阻力以及腰背部产生的重力。根据生物力学原理，合理用力，如尽可能使重物重心靠近人体等，可有效降低姿势负荷。因此，煤矿井下工人在作业过程中用力均衡，姿势对称，可以有效预防腰背痛的发生。

5 问题与展望

我国开展煤矿井下工人腰背痛影响因素与防控措施方面的研究时间较短，研究水平与国外有一定的差距。已有的研究多关注个别影响因素与煤矿井下工人腰背痛的相关性，而在各因素与该疾患的相关性强弱，影响因素间的交互效应，以及疾病经济负担方面的研究缺乏。在煤矿井下工人腰背痛预防干预措施的研究方面，诸多预防干预措施研究短期效果显著，但长期效果并未关注。因此，对于今后研究的展望包括：首先，进一步完善煤矿井下工人腰背痛影响因素与预防控制研究的流行病学方法，如，设计良好的队列研究、病例对照研究和实验流行病学等分析性流行病学研究方法，并控制研究中的混杂因素，以深入地了解腰背痛患病影响因素及其相关性强弱，影响因素间的相互作用以及干预措施效果。其次，加大煤矿井下工人腰背痛的疾病负担以及卫生经济学评价方面的研究。通过研究煤矿井下工人腰背痛的致残程度、工作日损失、人均经济负担等，掌握经济负担的来源以及分配比例，有利于加强企业职业卫生管理人员和劳动者个人的重视，减轻腰背痛带来的经济负担，提高煤矿井下工人的劳动能力以及生命质量。

参考文献

[1] 白亚男，邢世英，张慧泉. 3所综合医院ICU护士职业性腰背痛现状及其影响因素 [J]. 工业卫生与职业病，2020，46 (3)：203-205.
BAI Y N，XING S Y，ZHANG H Q. The current status and influencing factors of occupational low back pain of ICU nurses in 3 general hospitals [J]. Ind Health Occup Dis，2020，46 (3)：203-205.

[2] 张建萍，鲁世金. 煤矿井下工人腰背痛流行病学调查及相关因素分析 [J]. 实用医学杂志，2010，26 (3)：487-490.
ZHANG J P，LU S J. Epidimiological investigation and analysis of risk factors in coal mine workers with back pain working underground [J]. J Pract Med，2010，26 (3)：487-490.

[3] 王忠旭，王伟，贾宁，等. 汽车制造男性作业工人多部位肌肉骨骼损伤的横断面研究 [J]. 环境与职业医学，2017，34 (1)：8-14.
WANG Z X，WANG W，JIA N，et al. Cross-sectional study of multisite musculoskeletal disorders among male auto manufacture workers [J]. J Environ Occup Med，2017，34 (1)：8-14.

[4] HOFMANN F，STÖSSEL U，MICHAELIS M，et al. Low back pain and lumbago-sciatica in nurses and a reference group of clerks：results of a comparative prevalence study in Germany [J]. Int Arch Occup Environ Health，2002，75 (7)：484-490.

[5] 郑盼，李丽萍，徐光兴等. 煤矿工人工作相关肌肉骨骼疾患的干预效果评估 [J]. 人类工效学，2013，19 (2)：19-22.
ZHENG P，LI L P，XU G X，et al. The evaluation of intervention effect on coal miners WMSDs [J]. Chinese Journal of Ergonomics，2013，19 (2)：19-22.

[6] 徐光兴. 煤矿工人肌肉骨骼损伤的调查研究 [D]. 汕头：汕头大学，2011.
XU G X. A cross-sectional study on worked-related musculoskeletal disorders in coal miners [D]. Shantou：Shantou University，2011.

[7] 朱子豪. 新疆煤矿工人职业紧张与肌肉骨骼疾患及其影响因素的调查 [D]. 乌鲁木齐：新疆医科大学，2019.
ZHU Z H. Investigation on occupational stress，musculoskeletal disorders and their influencing factors in coal miners in Xinjiang [D]. Urumqi：Xinjiang Medical University，2019.

[8] SARIKAYA S，ÖZDOLAP Ş，GÜMÜŞTASŞ Ş，et al. Low back pain and lumbar angles in Turkish coal miners [J]. Am J Ind Med，2007，50 (2)：92-96.

[9] STEWART M，LATIMER J，JAMIESON M. Back extensor muscle endurance test scores in coal miners in Australia [J]. J Occup Rehabil，2003，13 (2)：79-89.

[10] GHDx. Global Burden of Disease Study 2017 (GBD 2017) Code [EB/OL]. [2020-07-11]. http://ghdx.healthdata.org/gbd-2017/code.

[11] 李贤功. 中国煤矿重大瓦斯事故致因复杂性机理及其管控研究 [D]. 徐州：中国矿业大学，2010.
LI X G. Study on complex causing mechanism and management & control of significant gas accidents of coal mines in China [D]. Xuzhou：China University of Mining and Technology，

2010.

[12] 靳江涛. 煤矿工人腰背痛的患病特征分析 [D]. 太原：山西医科大学，2010.
JIN J T. The analysis of clinical and epidemiologic characteristics of low-back pain of coal miners [D]. Taiyuan：Shanxi Medical University，2010.

[13] 徐相蓉，王生，余善法，等. 工作相关肌肉骨骼疾患的行业流行趋势及进展 [J]. 中国工业医学杂志，2016，29 (4)：278-282.
XU X R，WANG S，YU S F，et al. The industry trends and research progress on work-related musculoskeletal disorders [J]. Chin J Ind Med，2016，29 (4)：278-282.

[14] MALCHAIRE J，COCK N，VERGRACHT S. Review of the factors associated with musculoskeletal problems in epidemiological studies [J]. Int Arch Occup Environ Health，2001，74 (2)：79-90.

[15] LEE S J，FAUCETT J，GILLEN M，et al. Risk perception of musculoskeletal injury among critical care nurses [J]. Nurs Res，2013，62 (1)：36-44.

[16] ZWERLING C，RYAN J，SCHOOTMAN M. A case-control study of risk factors for industrial low back injury：the utility of preplacement screening in defining high-risk groups [J]. Spine，1993，18 (9)：1242-1247.

[17] 安道根. 综掘工作面搬运作业及其损伤研究 [D]. 徐州：中国矿业大学，2019.
AN D G. Study on handling operation and musculoskeletal disorders in fully mechanized excavation face [D]. Xuzhou：China University of Mining and Technology，2019.

[18] MAURICE P，MEASSON Y，PADOIS V，et al. Assessment of physical exposure to musculoskeletal risks in collaborative robotics using dynamic simulation [M] //PADOIS V，BIDAUD P，KHATIB O. Romansy 19–Robot Design，Dynamics and Control. Vienna：Springer，2013.

[19] VIEIRA E R，KUMAR S. Working postures：a literature review [J]. J Occup Rehabil，2004，14 (2)：143-159.

[20] KWON B K，VACCARO A R，GRAUER J N，et al. Indications，techniques，and outcomes of posterior surgery for chronic low back pain [J]. Orthop Clin North Am，2003，34 (2)：297-308.

[21] WEE S T，MOHAMED S H，GAMBO A. Effective office ergonomic intervention：a study of work related musculo-skeletal disorders among the office workers of Katsina state local governments of Nigeria [J]. Adv Sci Lett，2018，24 (6)：4716-4719.

[22] 黄胜山，张智君. 心理社会因素对职业性肌肉骨骼疾患的影响 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志，2006，24 (4)：248-250.
HUANG S S，ZHANG Z J. Effects of psychosocial factors on work-related musculoskeletal disorders [J]. Chin J Ind Hyg Occup Dis，2006，24 (4)：248-250.

[23] 马晓凡. 新疆煤矿工人职业卫生现况的流行病学调查 [D]. 乌鲁木齐：新疆医科大学，2020.
MA X F. Epidemiological survey on occupational health of coal mine workers in Xinjiang [D]. Urumqi：Xinjiang Medical University，2020.

[24] 王菁菁，金宪宁，王世娟，等. 社会心理因素与职业性下背痛关系的Meta分析 [J]. 环境与职业医学，2017，34 (10)：874-880.
WANG J J，JIN X N，WANG S J，et al. Meta analysis on relationship between psychosocial factors and occupational low back pain [J]. J Environ Occup Med，2017，34 (10)：874-880.

[25] 任晓聪. 我国煤矿安全规制研究 [D]. 沈阳：辽宁大学，2018.
REN X C. Research on safety regulation of coal mine in China [D]. Shenyang：Liaoning University，2018.

[26] 顾清，王延让，刘静，等. 职业健康促进对职业危害防治效果的调查 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志，2005，23 (4)：312-313.
GU Q，WANG Y R，LIU J，et al. Investigation on the effects of occupational health promotion on occupational hazards [J]. Chin J Ind Hyg Occup Dis，2005，23 (4)：312-313.

[27] CERVAI S，POLO F. The impact of a participatory ergonomics intervention：the value of involvement [J]. Theor Issues Ergon Sci，2018，19 (1)：55-73.

[28] SAAL J S，SAAL J A. Management of chronic discogenic low back pain with a thermal intradiscal catheter：a preliminary report [J]. Spine，2000，25 (3)：382-388.

[29] 王思逸，金克峙. 腰背痛分类系统研究进展与评价 [J]. 环境与职业医学，2019，36 (1)：90-97.
WANG S Y，JIN K Z. Progress and evaluation on subgroup classification system of low back pain [J]. J Environ Occup Med，2019，36 (1)：90-97.

[30] 韩凤，王东升，邹建芳，等. 煤矿工人职业紧张与职业性肌肉骨骼疾患相关性研究 [J]. 中国职业医学，2018，45 (2)：188-193.
HAN F，WANG D S，ZOU J F，et al. Relationship between occupational stress and occupational musculoskeletal disorders in coal miners [J]. China Occup Med，2018，45 (2)：188-193.

（英文编辑：汪源；责任编辑：丁瑾瑜）