

# 中国不同职业人群下背痛归因于工效学危险因素的疾病负担

周芳, 刘孟双, 赖嘉怡, 金克峙

复旦大学, 公共卫生学院/公共卫生安全教育部重点实验室, 上海 200032



DOI 10.11836/JEOM22101

## 摘要:

**[背景]** 近半个世纪以来, 随着工作场所中存在的物理化学危害因素及其相关不良健康结局得到有效控制, 与涉及工作操作的工效学危险因素相关的下背痛(LBP)的患病和疾病负担则越来越受到重视, 并成为全球重要的公共卫生问题之一。

**[目的]** 定量估计中国两类职业人群 LBP 健康损失及其工效学危险因素归因疾病负担, 为制定合理有效的工作场所 LBP 预防和控制政策提供参考依据。

**[方法]** 基于全球疾病负担研究(GBD)的方法框架, 应用 meta 分析总结按设定标准纳入的文献, 估计 2013 年中国两类职业人群(包括专业技术及专业辅助人员, 简称专技组; 工厂机械操作工及装配工, 简称操作组)不同年龄组 LBP 的患病率, 结合 GBD 2019 提供的相关流行病学参数(包括伤残权重、缓解率和发病率), 使用 DisMod II 软件估算平均病程和发病年龄, 计算 2013 年中国两类职业人群 LBP 及其归因于工效学危险因素所致的伤残损失寿命年(YLD)和伤残调整寿命年(DALY)等, 并与 2013 年 GBD 的研究结果进行比较。

**[结果]** 经 DisMod II 软件调整后, 计算得到 2013 年中国专技组 LBP 的患病率为 13.00%(其中男性 11.25%, 女性 14.84%), 操作组 LBP 的患病率为 14.80%(其中男性 13.56%, 女性 16.10%), 患病率均随年龄的增长而增加。专技组与 LBP 相关的疾病负担的 DALY 率为 8.02%(其中男性 7.68%, 女性 8.33%)。操作组与 LBP 相关的疾病负担的 DALY 率为 10.34%(其中男性 10.30%, 女性 10.44%), DALY 率均随年龄的增加呈整体上升的趋势。2013 年专技组的工效学危险因素对 LBP 的归因分值为 11.42%, 操作组为 29.17%。专技组归因于工效学危险因素的 LBP 的 DALY 为 4498 人年(其中男性为 2108 人年), 45~49 岁组最高(951 人年); 平均归因 DALY 率为 0.92%。操作组归因 DALY 为 48529 人年, 其中男性为 33046 人年, 40~44 岁组最高(10852 人年); 平均归因 DALY 率为 3.02%。在 20 岁及以上年龄组中, 两类职业人群 LBP 相关 DALY 率(专技组: 8.06%, 操作组: 10.66%)均高于同年龄组全人群水平(3.55%)。在工效学危险因素归因 DALY 率方面, 20 岁及以上的操作组(3.11%)高于 20 岁及以上的专技组(0.92%), 而后者与同年龄组全人群水平(1.10%)相近。

**[结论]** 两类中国职业人群 LBP 相关疾病负担比较严重。通过对两类职业人群 LBP 工效学危险因素疾病负担的归因, 提示针对控制操作型职业 LBP 疾病负担的作用空间高于技术型职业。

**关键词:** 工效学危险因素; 下背痛; 患病率; 归因疾病负担; 伤残调整寿命年

**Disease burden of low back pain attributable to ergonomic risk factors in selected Chinese occupational groups** ZHOU Fang, LIU Mengshuang, LAI Jiayi, JIN Kezhi (School of Public Health/Key Laboratory of Public Health and Safety of Ministry of Education, Fudan University, Shanghai 200032, China)

## Abstract:

**[Background]** As traditional chemical and physical hazards as well as associated adverse health outcomes in workplace were wildly controlled in the past half century, the prevalence and disease burden of low back pain (LBP) have drawn more and more attention and become one of the important public health problems in the world.

**[Objective]** To analyze the health loss and attributable disease burden of ergonomic risk factors for LBP in two major categories of occupations in China, aiming to provide evidence for formulating effective prevention and control policies of LBP in the workplace.

## 基金项目

上海市三年公共卫生行动计划项目(GWV-10.1-XK11)

## 作者简介

周芳(1998—), 女, 硕士生;

E-mail: 20211020085@fudan.edu.cn

## 通信作者

金克峙, E-mail: zhkjin@fudan.edu.cn

伦理审批 不需要

利益冲突 无申报

收稿日期 2022-03-21

录用日期 2022-10-13

文章编号 2095-9982(2022)12-1319-10

中图分类号 R135

文献标志码 A

## 补充材料

[www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22101](http://www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22101)

## 引用

周芳, 刘孟双, 赖嘉怡, 等. 中国不同职业人群下背痛归因于工效学危险因素的疾病负担[J]. 环境与职业医学, 2022, 39(12): 1319-1328.

## 本文链接

[www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22101](http://www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22101)

## Funding

This study was funded.

## Correspondence to

JIN Kezhi, E-mail: zhkjin@fudan.edu.cn

Ethics approval Not required

Competing interests None declared

Received 2022-03-21

Accepted 2022-10-13

## Supplemental material

[www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22101](http://www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22101)

## To cite

ZHOU Fang, LIU Mengshuang, LAI Jiayi, et al. Disease burden of low back pain attributable to ergonomic risk factors in selected Chinese occupational groups[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2022, 39(12): 1319-1328.

## Link to this article

[www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22101](http://www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22101)

**[Methods]** Based on the methodological framework of the Global Burden of Disease Study (GBD), a meta-analysis was firstly applied to summarize relevant literature results and estimate the prevalence of LBP in two occupational groups (including technicians and associate professionals and machine operators and assemblers) by different age groups in China. Then important epidemiologic parameters (including disability weight, remission rate, and incidence) from GBD 2019 were used to estimate mean duration of disease and age at onset using DisMod II software, and to calculate health loss indexes in the selected occupational groups in China in 2013, such as years lived with disability (YLD) and disability-adjusted life year (DALY) of LBP and its attributable fractions by ergonomic risk factors, which were compared to the outcome of GBD 2013.

**[Results]** After the adjustment by DisMod II, the prevalence rate of LBP was 13.00% in technicians and associate professionals (11.25% for males and 14.84% for females) and 14.80% in machine operators and assemblers (13.56% for males and 16.10% for females) in 2013, which increased with age. The DALY rate of LBP was 8.02‰ in technicians and associate professionals (7.68‰ for males and 8.33‰ for females) and 10.34‰ in machine operators and assemblers (10.30‰ for males and 10.44‰ for females), which also showed an overall increasing trend with age. In 2013, the population attributable fraction (PAF) of ergonomic risk factors to LBP was 11.42% in technicians and associate professionals and 29.17% in machine operators and assemblers. The DALY of LBP attributable to ergonomics risk factors was 4 498 person-years (2 108 person-years for males), with the highest DALY in the 45-49 year group (951 person-years), and the attributable DALY rate was 0.92‰ in technicians and associate professionals. The DALY of LBP attributable to ergonomics risk factors was 48 529 person-years (33 046 person-years for males), with the highest DALY in the 40-44 year group (10 852 person-years), and the attributable DALY rate was 3.02‰ in machine operators and assemblers. Regarding LBP-associated DALY rate, in the 20 years of age and above group, both occupational groups (technicians and associate professionals: 8.06‰, machine operators and assemblers: 10.66‰) showed higher values than the general population (3.55‰). In the 20 years of age and above group, the DALY rates attributable to ergonomic risk factors with the order from high to low were machine operators and assemblers (3.11‰), general population (1.10‰) and technicians and associate professionals (0.92‰).

**[Conclusion]** The LBP-associated disease burden is heavier in the two Chinese occupational groups than in general population. Reducing the disease burden of LBP by interventions targeting ergonomic risk factors in machine operators and assemblers is more effective than that in technicians and associate professionals as the results of attributable burden of disease suggest.

**Keywords:** ergonomics risk factor; low back pain; prevalence rate; attributable burden of disease; disability-adjusted life years

下背痛(low back pain, LBP)通常是指位于肋缘下方和臀下皱襞上方的疼痛、肌肉紧张或僵硬,伴有或不伴有坐骨神经痛(疼痛由下背部蔓延至腿部)<sup>[1]</sup>,是肌肉骨骼疾患(musculoskeletal disorders, MSDs)中最常见的表现。研究表明,我国职业人群 LBP 的患病率较高<sup>[2]</sup>。其中,煤矿工人的 LBP 患病率为 45.10%<sup>[3]</sup>,机械加工工人为 37.67%<sup>[4]</sup>,护理人员为 57.56%<sup>[5]</sup>,出租车司机为 54.78%<sup>[6]</sup>。同时,与其他疾病相比,LBP 对中国人群造成的健康损失也不容忽视。2019 年全球疾病负担研究(Global Burden of Disease 2019, GBD 2019)表明,在影响伤残损失寿命年(years lived with disability, YLD)的原因中,全年龄组中国人群的 LBP 排名第二(YLD 率为 7.27‰),仅次于听力损失,高于 II 型糖尿病和慢性阻塞性肺疾病。在影响伤残调整寿命年(disability-adjusted life year, DALY)的原因中,LBP 排名也高于 II 型糖尿病<sup>[7]</sup>。此外,鉴于 LBP 患病率在职业人群与全人群之间的差异,比如 2019 年全年龄组中国人群 LBP 的患病率为 6.42%<sup>[7]</sup>,远低于职业人群的患病率(52.00%)<sup>[2]</sup>,本研究预期职业人群 LBP 相关的健康损失可能更高。

工效学危险因素被认为是 LBP 发病和相关疾病预防控制的重要因素之一,主要包括用力、工作姿势

(如弯腰、弯曲和伸展)以及重复运动(如举起、转移)等<sup>[8]</sup>。GBD 2019 结果表明,LBP 的 DALY 主要归因于工效学危险因素、吸烟和高体质量指数,人群归因分值(population attributable fraction, PAF)分别约为 24.02%、15.68%、6.65%<sup>[7]</sup>。在职业人群中,工效学危险因素在 LBP 的疾病负担中所占的 PAF 值可能更高。研究表明,搬运、弯腰、体力负担、静态工作姿势、全身振动在职业人群中导致 LBP 的归因分值分别为 11.00%~66.00%、19.00%~57.00%、31.00%~58.00%、14.00%~32.00%、18.00%~80.00%<sup>[9]</sup>。目前有关不同职业人群的 LBP 的疾病负担研究较少,本研究拟基于 GBD 2019 的方法框架,采用患病率、DALY 等指标,对 2013 年中国两种职业类别人群 LBP 与健康损失相关的疾病负担和工效学危险因素对 LBP 造成的与健康损失相关的疾病负担进行评估,并与 2013 年 GBD 的研究结果进行比较,尝试阐明工效学危险因素暴露与特定职业人群 LBP 结局之间的定量关系。

## 1 对象与方法

### 1.1 不同职业类别人群的年龄分布

考虑数据的可及性,本研究拟从 GBD 研究的九个职业分类<sup>[10]</sup>中,选择专业技术及专业辅助人员(简称专

技组)和工厂机械操作工及装配工(简称操作组)两个职业类别人群进行疾病负担研究。参考既往 GBD 研究对职业人群年龄范围的设置以及考虑 LBP 发病的累积效应<sup>[10]</sup>,本研究设定职业人群的年龄范围为15 岁以上。

职业人口结构采用公开发布的《2010 年中国人口普查资料》,专技组的总人数为 4890941 人,其中男性为 2391016 人(48.89%);操作组的总人数为 16087734 人,其中男性为 11001695 人(68.39%)<sup>[11]</sup>。2010 年两类中国职业人群的年龄分布特征详见补充材料表 S1。

## 1.2 疾病负担估计的相关参数

### 1.2.1 LBP 的年龄别患病率

本研究通过系统综述和 meta 分析来估计中国职业人群 MSDs 的患病率。

(1)工效学危险因素的定義 本研究采纳 Hulshof 等<sup>[12]</sup>的研究对工效学危险因素、工效学危险因素暴露水平和理论最低风险暴露水平的定义。工效学危险因素分为七大类,包括用力(如搬运或移动重物、转动和拧紧),不良姿势(如手臂抬高,躯体弯曲和/或扭曲,站立,低头),重复(如身体的重复工作),手臂振动,跪或蹲,抬(包括抬举)和爬。工效学危险因素暴露水平则基于暴露频率和/或持续时间的可获得性划分为:无暴露和暴露(两分类)或者无暴露、中等暴露和高暴露(三分类)。将无工效学危险因素暴露定义为理论最低风险暴露水平。

(2)LBP 的定义 本研究 LBP 的结局定义主要包括腰背疼痛、胸椎疼痛、坐骨神经痛和椎间盘突出<sup>[12]</sup>。纳入符合本研究对肌肉骨骼疾患定义的文献时,仅考虑近 12 个月 LBP 结局的二元测量(有或无)以及与之相关的结局指标(患病率和发生率)。

(3)系统综述和 meta 分析在 OVID(含 Medline and Embase 两个子库),Web of Science, Pubmed, Scopus, 知网,万方六个数据库中进行 2005—2021 年时间段内的文献搜索。根据职业人群、国籍(中国)、工效学危险因素、肌肉骨骼疾患(包括 LBP)、时间五个主题制定检索策略。下载搜索所得的所有文献后删除重复文献。然后,两位研究者通过阅读标题、摘要和全文,按照纳入标准独立完成文献筛选,出现不一致的结果时寻求第三名研究者的意见进行综合判断。使用 Hulshof 等<sup>[12]</sup>修订的“导航指南”进行文献质量筛选。meta 分析使用 RevMan 5.3 软件。不同研究结果间差异有统计学意义( $I^2 \geq 50\%$ , 或  $Q$  检验的  $P \leq 0.10$ ),则使用随机效应模型进行 meta 合并;不同研究结果间差异无

统计学意义( $I^2 < 50\%$ , 且  $Q$  检验的  $P > 0.10$ ),则使用固定效应模型进行 meta 合并。meta 分析后的相关结果以均值和 95%CI 表示。

### 1.2.2 LBP 的年龄别发病率

2013 年中国人群 LBP 的发病率来自 GBD 研究的公开数据库<sup>[13]</sup>。见补充材料表 S2。

### 1.2.3 工效学危险因素与 LBP 的关联强度

LBP 与工效学危险因素的暴露之间存在明确的因果关系。GBD 研究的公开数据库提供中国不同职业类别人群的工效学危险因素导致 LBP 的相对危险度(relative risk, RR)<sup>[10]</sup>。见补充材料表 S3。

### 1.2.4 工效学危险因素的年龄别暴露率

由于目前缺乏中国职业人群的工效学危险因素的年龄别暴露率( $P_e$ )的相关数据,本研究根据一项针对世界范围内(35 个国家)的职业人群的 meta 分析结果来估计中国职业人群对工效学危险因素的暴露率。该研究结果显示,职业人群的总体工效学危险因素  $P_e$  为 76.00%<sup>[14]</sup>。

## 1.3 疾病负担和归因疾病负担的估计

### 1.3.1 DALY 寿命损失年(years of life lost, YLL)

为过早死亡所致的寿命损失,计算公式为  $Y_{YLL} = N \times L$  ( $N$  为各年龄组、各性别的死亡人数;  $L$  为各年龄组的寿命损失值)。YLD 为疾病所致伤残引起的健康寿命损失,计算公式为  $Y_{YLD} = I \times W_{DW} \times L$  ( $I$  为发病病例数;  $W_{DW}$  为伤残权重;  $L$  为伤残平均年数)。DALY 指从发病到死亡所损失的全部健康寿命年,  $Y_{DALY} = Y_{YLL} + Y_{YLD}$ , 三者是评价疾病负担的重要指标<sup>[15-16]</sup>。

因为目前尚无职业人群 LBP 导致死亡的证据,所以本研究设  $Y_{YLL}$  为 0, 病死率为 0。根据  $Y_{DALY} = Y_{YLL} + Y_{YLD}$  的计算公式,可推得本研究中的  $Y_{DALY} = Y_{YLD}$ , 故后文以 DALY 值代替 YLD 值。在 DisMod II 软件建模过程中,将中国人群的年龄别总死亡率和年龄分布人口数据(2010 年人口普查资料提供相关数据<sup>[11]</sup>, 详见补充材料表 S4)作为背景数据,将 LBP 的年龄别患病率、年龄别发病率、年龄别缓解率(缓解率指以率形式表达的每个人年症状消退或治愈的病例数<sup>[7]</sup>); GBD 公开数据库提供相关数据,详见补充材料表 S2)和病死率作为输入数据,估计职业人群不同年龄段 LBP 的病程和发病时间,并且获取对应职业人群的年龄别患病率、年龄别发病率等关键数据,相关结果以估计值和 95%不确定区间(uncertainty intervals, UI)表示。本研究的  $W_{DW}$  选择 GBD 推荐的中度 LBP 的 DW 值,即 0.054。获得以上指标后可计算年龄别的 YLD 值。最终,结合年龄别 YLL 和年龄别 YLD 值计算得到年龄别的 DALY

值<sup>[15-16]</sup>。考虑到职业人口结构数据的年份的特定性、LBP 患病的累积性以及有关 LBP 的病例定义和可能的相关控制措施存在的可能的变化,本研究对 2013 年(纳入文献年份的中位数)的目标人群 LBP 疾病负担进行估计。

**1.3.2 PAF** PAF 指一个人群在特定时期内,如果消除或者预防某(些)确定的危险因素后(同时其他危险因素在人群中的暴露分布保持不变),所获得的人群中疾病发生风险降低的比例<sup>[10]</sup>。计算公式为:  $P_{PAF} = P_e \times (RR-1) / [1 + P_e \times (RR-1)]$ 。  $P_e$  为暴露率,即人群中暴露人口所占的比例,  $RR$  为相对危险度<sup>[10]</sup>。该公式可用于计算各年龄组的 PAF, 合计的 PAF 由各年龄组的合计 DALY 值与工效学危险因素归因合计 DALY 的比值计算而得。

**1.3.3 LBP 归因于工效学危险因素的疾病负担 (attributable disease burden, AB)** 归因疾病负担计算公式为:  $B_{AB} = P_{PAF} \times \text{疾病负担指标}(Y_{DALY})$ , 测算工效学危险因素对 LBP 的归因 DALY。本研究利用比较风险评估的方法来估计中国职业人群 LBP 由工效学危险因素

造成的与健康损失相关的疾病负担。

#### 1.4 与 2013 年 GBD 结果的比较

基于数据的可及性,选择在 20 岁及以上年龄组中,对 GBD 报道的 2013 年中国同年龄组全人群 LBP 疾病负担与本研究对特定职业人群 LBP 疾病负担的估计进行比较。同时,对 GBD 报道 2013 年 II 型糖尿病的疾病负担与本研究结果进行比较。

## 2 结果

### 2.1 两类中国职业人群的疾病负担

**2.1.1 两类中国职业人群 LBP 的患病情况** 通过在 6 个数据库中进行文献检索后,最终纳入了 10 篇中国职业人群 LBP 的年龄别患病率的文献<sup>[5, 17-25]</sup>(详见补充材料表 S5), 筛选过程见图 1。其中,专技组纳入的不同年龄组患病率文献数量为: < 25 岁组 4 篇, 25~29 岁组 4 篇, 30~34 岁组 3 篇, 35~39 岁组 3 篇, ≥40 岁组 2 篇; 操作组纳入的相应文献数量为: < 25 岁组 4 篇, 25~29 岁组 5 篇, 30~34 岁组 2 篇, 35~39 岁组 1 篇, ≥40 岁组 1 篇(详见补充材料表 S6)。

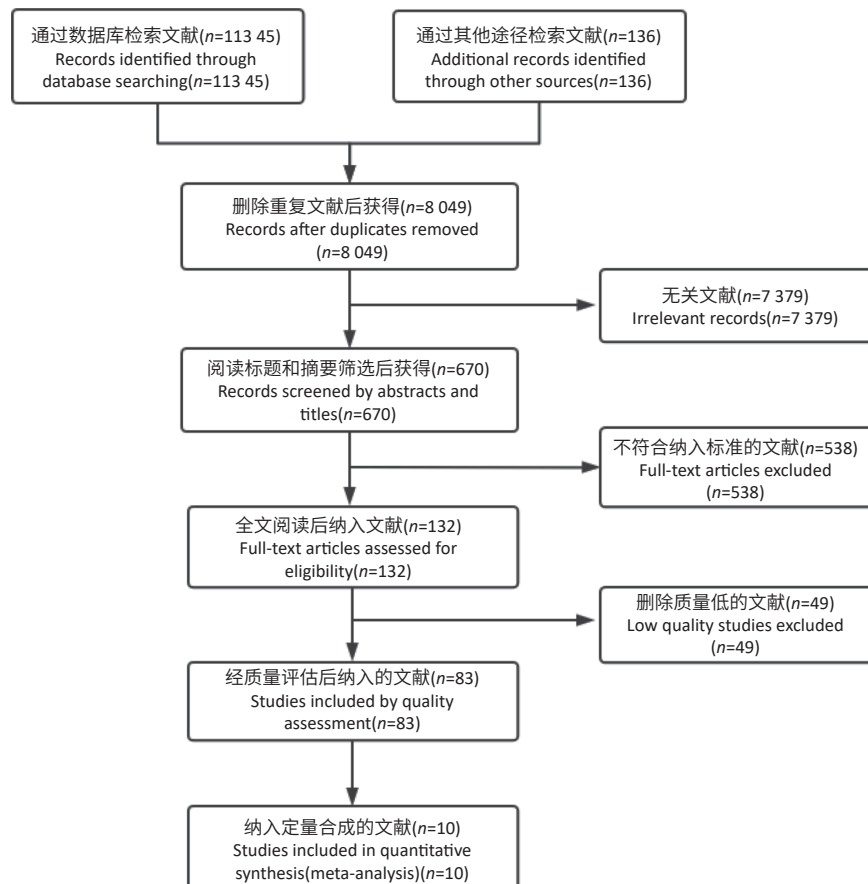


图 1 文献筛选流程图

Figure 1 Flow chart of literature screening

经 meta 分析获得文献样本总体的 LBP 患病指标, 包括专技组 LBP 的总患病率及其 95%CI 为 59.74% (50.43%~69.06%), 其中, ≥40 岁组的患病率 [69.72% (45.99%~93.58%)] 最高, 其次是 35~39 岁组 [68.72% (50.13%~87.31%)] ; 操作组 LBP 的总患病率为 44.83% (31.56%~58.10%), 35~39 岁组的患病率 [56.87% (46.55%~67.19%)] 最高, 其次是 ≥40 岁组 [52.69% (19.08%~86.30%)]。见表 1。

进一步经 DisMod II 软件调整后获得两类职业人群的 LBP 的患病率及其 95%UI 为: 专技组 13.00% (11.81%~14.57%), 其中男性为 11.25% (9.95%~12.63%), 患病率随年龄的增长而增加; 操作组为 14.80% (14.12%~15.87%), 其中男性为 13.56% (12.23%~14.52%), 患病率随年龄的增长而增加。结果见表 2。

表 1 两类中国职业人群 LBP 的年龄别患病率

Table 1 Age-specific prevalence rates of LBP in two Chinese occupational groups

单位(Unit): %

年龄/岁(Age/years)	专技组(Technicians and associate professionals)	操作组(Machine operators and assemblers)
<25	44.38(17.05~71.72)	41.65(20.33~62.97)
25~29	59.49(49.16~69.82)	46.78(18.52~75.04)
30~34	67.05(48.23~85.87)	33.16(13.99~52.33)
35~39	68.72(50.13~87.31)	56.87(46.55~67.19)
≥40	69.72(45.99~93.58)	52.69(19.08~86.30)
合计(Total)	59.74(50.43~69.06)	44.83(31.56~58.10)

[注] 数据用均值(95%CI)表示。

[Note] The data are represented as mean (95%CI).

表 2 2013 年两类中国职业人群 LBP 的患病率(经 DisMod II 调整后)

Table 2 Prevalence rates of LBP in two Chinese occupational groups in 2013 (adjusted by DisMod II)

单位(Unit): %

年龄/岁 (Age/years)	专技组(Technicians and associate professionals)			操作组(Machine operators and assemblers)		
	男(Male)	女(Female)	合计(Total)	男(Male)	女(Female)	合计(Total)
15~19	4.57(4.05~5.10)	6.17(5.39~6.88)	5.34(4.70~5.96)	4.78(4.24~5.27)	6.41(5.74~7.23)	5.56(5.29~6.22)
20~24	5.68(4.92~6.45)	6.66(5.85~7.38)	6.17(5.38~6.91)	6.37(5.62~7.27)	7.55(6.82~8.62)	6.96(6.58~7.94)
25~29	5.79(5.07~6.54)	6.37(5.67~7.29)	6.07(5.37~6.91)	7.12(6.28~8.21)	8.02(7.18~9.32)	7.57(7.14~8.76)
30~34	6.08(5.31~6.95)	6.96(6.24~7.85)	6.51(5.77~7.39)	8.39(7.38~9.42)	9.86(8.40~11.64)	9.11(8.59~10.51)
35~39	8.08(7.00~9.05)	9.13(7.82~10.26)	8.59(7.40~9.64)	11.16(9.90~12.5)	13.09(11.23~14.97)	12.10(11.46~13.71)
40~44	11.59(9.98~12.92)	12.90(11.48~14.31)	12.23(10.72~13.60)	15.04(13.09~16.70)	17.17(15.33~18.80)	16.08(15.09~17.73)
45~49	15.11(13.16~17.05)	18.33(16.87~20.14)	16.69(14.98~18.57)	19.71(17.19~21.46)	22.89(20.77~24.69)	21.27(19.99~23.04)
50~54	18.29(16.02~21.16)	26.43(24.80~28.08)	22.26(20.30~24.53)	25.01(22.33~26.27)	29.79(28.13~31.13)	27.34(25.97~28.64)
55~59	21.20(18.35~25.3)	32.91(31.21~39.67)	26.99(24.71~32.41)	28.85(26.23~29.61)	33.55(31.75~34.63)	31.17(29.85~32.09)
60~64	25.58(22.39~29.53)	37.50(36.00~47.16)	31.43(29.07~38.18)	31.60(29.46~32.27)	35.24(33.28~36.33)	33.38(32.30~34.26)
65~69	31.08(28.35~33.95)	39.93(38.33~42.85)	35.45(33.28~38.35)	33.20(31.15~34.81)	35.93(34.00~36.70)	34.55(33.51~35.74)
70~74	35.82(33.52~38.10)	41.07(39.11~42.24)	38.46(36.34~40.19)	34.25(32.23~35.59)	36.35(34.60~37.14)	35.31(34.31~36.37)
≥75	40.03(37.74~41.17)	42.46(40.79~43.32)	41.37(39.43~42.36)	35.83(33.78~36.80)	37.49(35.69~38.67)	36.75(35.83~37.83)
总计(Total)	11.25(9.95~12.63)	14.84(13.76~16.60)	13.00(11.81~14.57)	13.56(12.23~14.52)	16.10(14.80~17.28)	14.80(14.12~15.87)

[注] 数据以估计值(95%UI)表示。

[Note] The data are represented as estimated values (95%UI).

**2.1.2 中国职业人群 LBP 的疾病负担** 2013 年, 专技组因 LBP 损失的 DALY 为 39 201(35 297~42 313) 人年, 其中 45~49 岁组最高 [8 267(7 587~8 873) 人年], 男性为 18 365(16 429~19 748) 人年; 操作组因 LBP 损失的 DALY 为 166 364(149 874~206 556) 人年, 其中 40~44 岁组最高 [37 149(33 166~41 720) 人年], 男性为 113 292(101 817~149 936) 人年。见表 3。专技组 DALY 率为 8.02‰(7.22‰~8.65‰), 其中男性为 7.68‰

(6.87‰~8.26‰); 操作组 DALY 率为 10.34‰(9.32‰~12.84‰); 两组 DALY 率均随年龄的增加呈整体上升的趋势。结果见表 4。

**2.1.3 LBP 归因于工效学危险因素的疾病负担** 2013 年专技组 LBP 中由工效学危险因素造成的 PAF 为 11.42%, 归因 DALY 为 4 498(4 049~4 854) 人年, 其中 45~49 岁组最高 [951(872~1 020) 人年], 男性为 2 108(1 885~2 265) 人年; 操作组 LBP 中由工效学危险因素

造成的 PAF 为 29.17%，归因 DALY 为 48 529(43 718~60 252) 人年，其中 40~44 岁组最高 [10 852(9 688~12 186) 人年]，男性为 33 046(29 700~43 736) 人年。见表 5。专技组归因 DALY 率为 0.92‰(0.83‰~0.99‰)，

其中男性为 0.88‰(0.79‰~0.95‰)；操作组归因 DALY 率为 3.02‰(2.72‰~3.75‰)，其中男性为 3.00‰(2.70‰~3.98‰)；两组人群 DALY 率均随年龄的增长呈整体上升的趋势。结果见表 6。

表 3 2013 年两类中国职业人群 LBP 的 DALY  
Table 3 DALY of LBP in two Chinese occupational groups in 2013

单位(Unit): 人年(person-years)

年龄/岁 (Age/years)	专技组(Technicians and associate professionals)			操作组(Machine operators and assemblers)		
	男(Male)	女(Female)	合计(Total)	男(Male)	女(Female)	合计(Total)
15~19	65(58~73)	129(116~138)	194(174~211)	1 563(1 429~1 973)	1 468(1 348~1 588)	3 031(2 777~3 561)
20~24	666(599~723)	1 091(984~1 173)	1 757(1 582~1 897)	6 249(5 691~7 170)	3 968(3 569~4 453)	10 217(9 260~11 623)
25~29	1 226(1 105~1 353)	1 718(1 511~1 861)	2 944(2 616~3 214)	6 415(5 680~7 319)	3 574(3 161~3 825)	9 989(8 841~11 144)
30~34	1 400(1 276~1 536)	2 029(1 824~2 218)	3 429(3 101~3 754)	8 419(7 743~10 017)	4 990(4 344~5 264)	13 409(12 087~15 281)
35~39	2 278(1 954~2 476)	2 948(2 614~3 243)	5 226(4 568~5 719)	16 063(14 283~17 928)	8 932(8 158~9 352)	24 995(22 441~27 279)
40~44	3 146(2 735~3 351)	3 951(3 615~4 263)	7 097(6 351~7 614)	24 663(21 917~28 426)	12 486(11 249~13 295)	37 149(33 166~41 720)
45~49	3 489(3 185~3 733)	4 778(4 402~5 140)	8 267(7 587~8 873)	23 433(20 834~31 802)	10 225(9 359~10 970)	33 658(30 194~42 772)
50~54	2 632(2 375~2 849)	2 830(2 567~3 056)	5 462(4 942~5 905)	13 956(12 811~23 678)	3 966(3 680~4 232)	17 922(16 491~27 910)
55~59	2 336(2 124~2 452)	969(882~1 056)	3 305(3 006~3 508)	8 796(8 046~15 677)	2 222(2 032~2 342)	11 018(10 078~18 019)
60~64	651(587~696)	240(215~255)	891(802~950)	2 628(2 392~4 337)	784(732~815)	3 412(3 124~5 152)
65~69	307(277~329)	91(82~96)	398(358~425)	798(714~1 199)	283(263~299)	1 081(977~1 498)
70~74	115(103~119)	37(34~39)	152(137~158)	209(185~288)	105(98~113)	314(283~400)
≥75	54(50~57)	25(23~26)	79(73~84)	100(92~125)	69(64~73)	169(156~197)
合计(Total)	18 365(16 429~19 748)	20 836(18 868~22 565)	39 201(35 297~42 313)	113 292(101 817~149 936)	53 072(48 057~56 620)	166 364(149 874~206 556)

[注] 数据以估计值(95%UI)表示。

[Note] The data are represented as estimated values (95%UI).

表 4 2013 年两类中国职业人群 LBP 的 DALY 率  
Table 4 DALY rate of LBP in two Chinese occupational groups in 2013

单位(Unit): %

年龄/岁 (Age/years)	专技组(Technicians and associate professionals)			操作组(Machine operators and assemblers)		
	男(Male)	女(Female)	合计(Total)	男(Male)	女(Female)	合计(Total)
15~19	3.12(2.77~3.48)	3.95(3.55~4.24)	3.62(3.25~3.94)	3.56(3.25~4.49)	4.59(4.22~4.97)	3.99(3.66~4.69)
20~24	3.25(2.92~3.53)	3.51(3.16~3.77)	3.40(3.07~3.67)	4.08(3.71~4.68)	4.56(4.11~5.12)	4.25(3.85~4.84)
25~29	3.15(2.84~3.47)	3.51(3.08~3.80)	3.35(2.97~3.65)	4.50(3.98~5.13)	5.25(4.64~5.62)	4.74(4.19~5.29)
30~34	3.78(3.45~4.15)	4.52(4.06~4.94)	4.19(3.79~4.58)	5.94(5.46~7.06)	7.35(6.40~7.75)	6.39(5.76~7.29)
35~39	6.07(5.20~6.59)	6.96(6.17~7.65)	6.54(5.71~7.16)	9.21(8.19~10.28)	10.37(9.47~10.85)	9.59(8.61~10.47)
40~44	9.22(8.02~9.82)	11.12(10.18~12.00)	10.19(9.12~10.93)	14.19(12.61~16.36)	14.76(13.30~15.71)	14.38(12.84~16.15)
45~49	11.78(10.75~12.60)	17.29(15.93~18.60)	14.44(13.25~15.50)	18.29(16.26~24.82)	19.69(18.02~21.12)	18.69(16.77~23.76)
50~54	13.73(12.39~14.86)	24.83(22.53~26.82)	17.87(16.17~19.32)	18.86(17.31~31.99)	23.46(21.77~25.04)	19.71(18.14~30.70)
55~59	16.04(14.58~16.84)	28.35(25.79~30.88)	18.38(16.72~19.51)	18.27(16.71~32.57)	24.50(22.40~25.82)	19.26(17.62~31.50)
60~64	19.46(17.56~20.81)	29.40(26.38~31.24)	21.43(19.29~22.85)	18.61(16.94~30.70)	24.91(23.26~25.91)	19.76(18.09~29.83)
65~69	21.90(19.71~23.45)	28.97(26.12~30.63)	23.20(20.88~24.76)	19.20(17.17~28.84)	24.74(22.95~26.13)	20.39(18.42~28.25)
70~74	22.22(20.07~23.17)	27.57(25.16~28.82)	23.40(21.13~24.34)	19.31(17.08~26.55)	23.90(22.13~25.51)	20.60(18.54~26.25)
≥75	21.04(19.20~22.14)	25.08(23.12~26.45)	22.07(20.29~23.34)	18.66(17.11~23.25)	22.07(20.52~23.10)	19.88(18.37~23.19)
合计(Total)	7.68(6.87~8.26)	8.33(7.55~9.03)	8.02(7.22~8.65)	10.30(9.25~13.63)	10.44(9.45~11.13)	10.34(9.32~12.84)

[注] 数据以估计值(95%UI)表示。

[Note] The data are represented as estimated values (95%UI).

表 5 2013 年两类中国职业人群 LBP 归因于工效学危险因素的健康损失  
Table 5 Health loss of LBP attributable to ergonomics risk factors in two Chinese occupational groups in 2013

年龄/岁 (Age/years)	PAF/%		归因DALY/人年(Attributable DALY/person-years)					
	专技组 (Technicians and associate professionals)	操作组 (Machine operators and assemblers)	专技组(Technicians and associate professionals)			操作组(Machine operators and assemblers)		
			男(Male)	女(Female)	合计(Total)	男(Male)	女(Female)	合计(Total)
15~19	11.62	29.21	8(7~8)	15(13~16)	23(20~25)	457(418~576)	429(394~464)	886(811~1040)
20~24	11.56	29.10	77(69~84)	126(114~136)	203(183~219)	1818(1656~2086)	1155(1039~1296)	2973(2695~3382)
25~29	11.38	29.17	140(126~154)	196(172~212)	336(298~366)	1871(1657~2135)	1043(922~1116)	2914(2579~3251)
30~34	11.44	29.21	160(146~176)	232(209~254)	392(355~430)	2459(2262~2926)	1458(1269~1538)	3917(3531~4464)
35~39	11.44	29.17	261(224~283)	337(299~371)	598(523~654)	4686(4166~5229)	2606(2380~2728)	7292(6546~7957)
40~44	11.56	29.21	364(316~387)	457(418~493)	821(734~880)	7205(6402~8303)	3647(3286~3883)	10852(9688~12186)
45~49	11.50	29.14	401(366~429)	550(506~591)	951(872~1020)	6828(6071~9267)	2979(2727~3197)	9807(8798~12464)
50~54	11.38	29.17	300(270~324)	322(292~348)	622(562~672)	4072(3737~6907)	1157(1073~1235)	5229(4810~8141)
55~59	11.50	29.14	269(244~282)	111(101~121)	380(346~403)	2563(2345~4568)	648(592~682)	3211(2937~5251)
60~64	11.44	29.10	74(67~80)	27(25~29)	101(92~109)	765(696~1262)	228(213~237)	993(909~1499)
65~69	11.44	29.10	35(32~38)	10(9~11)	45(41~49)	232(208~349)	82(77~87)	314(284~436)
70~74	11.56	29.02	13(12~14)	4(4~4)	17(16~18)	61(54~83)	31(28~33)	92(82~116)
≥75	11.56	29.14	6(6~7)	3(3~3)	9(8~10)	29(27~36)	20(19~21)	49(46~57)
合计(Total)	11.42	29.17	2108(1885~2265)	2390(2165~2589)	4498(4049~4854)	33046(29700~43736)	15483(14018~16516)	48529(43718~60252)

[注] 数据以估计值(95%UI)表示。

[Note] The data are represented as estimated values (95%UI).

表 6 2013 年两类中国职业人群 LBP 归因于工效学危险因素的 DALY 率  
Table 6 DALY rate of LBP attributable to ergonomics risk factors in two Chinese occupational groups in 2013

单位(Unit): ‰

年龄/岁(Age/years)	专技组(Technicians and associate professionals)			操作组(Machine operators and assemblers)		
	男(Male)	女(Female)	合计(Total)	男(Male)	女(Female)	合计(Total)
15~19	0.36(0.32~0.40)	0.46(0.41~0.49)	0.42(0.38~0.46)	1.04(0.95~1.31)	1.34(1.23~1.45)	1.17(1.07~1.37)
20~24	0.38(0.34~0.41)	0.41(0.37~0.44)	0.39(0.35~0.42)	1.19(1.08~1.36)	1.33(1.19~1.49)	1.24(1.12~1.41)
25~29	0.36(0.32~0.40)	0.40(0.35~0.43)	0.38(0.34~0.42)	1.31(1.16~1.50)	1.53(1.35~1.64)	1.38(1.22~1.54)
30~34	0.43(0.39~0.47)	0.52(0.46~0.57)	0.48(0.43~0.52)	1.74(1.59~2.06)	2.15(1.87~2.26)	1.87(1.68~2.13)
35~39	0.69(0.60~0.75)	0.80(0.71~0.88)	0.75(0.65~0.82)	2.69(2.39~3.00)	3.02(2.76~3.17)	2.80(2.51~3.05)
40~44	1.07(0.93~1.14)	1.29(1.18~1.39)	1.18(1.05~1.26)	4.14(3.68~4.78)	4.31(3.88~4.59)	4.20(3.75~4.72)
45~49	1.35(1.24~1.45)	1.99(1.83~2.14)	1.66(1.52~1.78)	5.33(4.74~7.23)	5.74(5.25~6.15)	5.45(4.89~6.92)
50~54	1.56(1.41~1.69)	2.83(2.56~3.05)	2.03(1.84~2.20)	5.50(5.05~9.33)	6.84(6.35~7.30)	5.75(5.29~8.96)
55~59	1.84(1.68~1.94)	3.26(2.97~3.55)	2.11(1.92~2.24)	5.32(4.87~9.49)	7.14(6.53~7.52)	5.61(5.13~9.18)
60~64	2.23(2.01~2.38)	3.36(3.02~3.57)	2.45(2.21~2.61)	5.42(4.93~8.93)	7.25(6.77~7.54)	5.75(5.26~8.68)
65~69	2.51(2.26~2.68)	3.31(2.99~3.50)	2.65(2.39~2.83)	5.59(5.00~8.39)	7.20(6.68~7.60)	5.93(5.36~8.22)
70~74	2.57(2.32~2.68)	3.19(2.91~3.33)	2.71(2.44~2.81)	5.60(4.96~7.71)	6.94(6.42~7.40)	5.98(5.38~7.62)
≥75	2.43(2.22~2.56)	2.90(2.67~3.06)	2.55(2.35~2.70)	5.44(4.99~6.78)	6.43(5.98~6.73)	5.79(5.35~6.76)
合计(Total)	0.88(0.79~0.95)	0.96(0.87~1.04)	0.92(0.83~0.99)	3.00(2.70~3.98)	3.05(2.76~3.25)	3.02(2.72~3.75)

[注] 数据以估计值(95%UI)表示。

[Note] The data are represented as estimated values (95%UI).

## 2.2 中国两类职业人群 LBP 疾病负担与 GBD 研究结果的比较

为匹配 GBD 研究的结果, 计算出 20 岁及以上人

群的专技组 LBP 的 DALY 率为 8.06‰(7.26‰~8.71‰), 操作组的为 10.66‰(9.60‰~11.43‰)。与 GBD 2013 年报告结果相比较, 在 20 岁及以上年龄组中, 本研究

两种职业人群 LBP 的 DALY 率均高于中国同年龄组全人群 LBP 的 DALY 率 [3.55% (2.49%~4.81%) ]。与其他常见疾病相比,在 20 岁及以上年龄组中,本研究两种职业人群 LBP 的 DALY 率也均高于中国同年龄组全人群 II 型糖尿病的 DALY 率 [5.20% (3.58%~7.08%) ]。见补充材料图 S1。

经计算,20 岁及以上专技组的 LBP 归因于工效学危险因素的 DALY 率为 0.92% (0.83%~1.00%) ,操作组的为 3.11% (2.80%~3.33%) 。与 GBD 2013 年结果比较,在 20 岁及以上年龄组中,操作组的 LBP 归因于工效学危险因素的 DALY 率均高于 GBD 研究对中国同年龄组全人群的估计值 [1.10% (0.76%~1.50%) ],而专技组的相关指标略低于 GBD 中国同年龄组全人群。见补充材料图 S2。

### 3 讨论

随着科学认识、科学技术和社会经济的不断发展,工作场所中传统的化学和物理危害因素逐步得到广泛控制,其相关的健康危害也得到了较大缓解。这种现状促使与人的工作操作相关的非致死性的健康危害日益凸显,LBP 是其典型代表。GBD 2019 研究结果显示,中国同年龄组全人群的 LBP 相关疾病负担与 II 型糖尿病的疾病负担相当<sup>[13]</sup>。在考虑控制如此突出的疾病负担时,作为 LBP 发病机制中重要因素之一——工效学危险因素无法被忽视,并且目前我国对特定职业人群的 LBP 与归因于工效学危险因素的疾病负担的研究较少。因此,考虑当前数据的可及性,本研究仅选择 GBD 研究的九个职业分类中的两个职业类别人群进行研究,即专技组和操作组。

在计算 LBP 患病水平的过程中,本研究的估计值存在波动。经 meta 分析所得的 LBP 患病率(专技组为 59.74%,操作组为 44.83%)与另外一个针对中国人群的 meta 分析结果(52.00%)<sup>[2]</sup>相近;随后,患病率经 DisMod II 软件调整后出现下降(专技组为 13.00%,操作组为 14.80%),其水平接近但高于 GBD 对 2013 年中国全人群患病水平的估计值(20 岁及以上组为 7.56%),符合职业人群 LBP 的患病水平高于同年龄组全人群的假设。估计值存在波动的原因可能包括:(1)纳入的研究为抽样调查,均存在一定的抽样误差。同时,由于纳入的文献都为横断面研究,其对健康结局的估计更容易受多种偏倚的影响,比如纳入样本更倾向于报告疼痛等;(2)DisMod II 软件对目标人群的结局的平滑处理是基于对人群的整体年龄结构以及

反映病程的多个结局指标之间关系的考量,故其估计值与观察值之间出现的差异是可以预见的;(3)由于目前中国职业人群 LBP 病程指标研究的缺乏,LBP 的缓解率和发病率指标采用了 GBD 提供的数据(经地区异质性调整的数据)<sup>[11]</sup>,该操作也可能会引入偏倚。在本研究阶段,我们认为该处理是循证的最佳选择。随着研究和对疾病认识的深入,后续可以进一步就有效性进行探讨。

在 LBP 相关疾病负担水平指标 DALY 率方面,本研究的两类职业人群(20 岁及以上 LBP 的 DALY 率:专技组为 8.06%,操作组为 10.66%)均比同年龄组的中国全人群水平高(GBD 2013 显示 20 岁及以上全人群 LBP 的 DALY 率为 3.55%),支持了本研究的假设——职业人群 LBP 的疾病负担高于同年龄组全人群。可能的原因包括职业环境中接触强度更高的或者持续时间更长的工效学危险因素,以及职业接触与日常生活接触工效学危险因素的叠加效应。在两类职业人群的 LBP 相关疾病负担结果中,存在女性高于男性和操作组高于专技组的现象。这些差异的原因可能是:(1)工效学危险因素的作用可能存在性别差异;(2)女性比男性更倾向于关注身体不适以及寻求医学帮助;(3)不同工作任务和工作场所的工效学危险因素强度可能存在差异。此外,为了更好地认识 LBP 相关疾病负担水平,本研究选择一类常见慢性非传染性疾病——II 型糖尿病作为参比,结果发现两种职业人群 LBP 相关疾病负担远高于同年龄组的中国全人群 II 型糖尿病的疾病负担(20 岁及以上 DALY 率为 5.20%)。与目前针对 II 型糖尿病控制预防方面的政策、投入和实践相比,LBP 需要获得更多的关注。

工作场所的工效学危险因素与职业人群相关的不良健康效应或结局高度相关,如 MSDs、工作效率下降、工作满意度下降以及职业安全事故等<sup>[26]</sup>。“健康中国行动”已经开始强调针对不同的工效学因素暴露的职业人群进行相应的健康保护,以预防和控制过度疲劳和相关肌肉骨骼系统疾患的发生。例如,对教师、交通警察、医生、护士等以站姿作业为主的职业人群的健康保护以及对驾驶员等长时间固定体位作业的职业人群的健康保护<sup>[27]</sup>。GBD 2019 显示,中国人群 LBP 患病中有 27.64%与工效学危险因素相关<sup>[7]</sup>。所以当下开展中国职业人群 LBP 归因于工效学危险因素的疾病负担研究是迫切而且必要的。本研究中专技组的 LBP 疾病负担中工效学危险因素所占的 PAF 为 11.42%,操作组为 29.17%,这意味着专技组的 LBP 患病中有



11.42%可以通过工效学危险因素相关的预防策略进行控制,操作组的 LBP 患病中有 29.17%可以通过工效学危险因素控制而缓解,该结果提示工效学危险因素控制策略可能的作用空间。从与 GBD 对 2013 年中国人群 LBP 归因于工效学危险因素的疾病负担结果的比较中可得,操作组的归因负担水平高于同年龄组中国人群,而专技组的指标水平则与之接近,提示在针对所纳入的七类工效学危险因素实施控制后,操作组人群 LBP 疾病负担方面的降低效果可能优于其他两组人群,同时也提示专技组人群在目前七类工效学危险因素的暴露评估上可能不敏感,需要进一步研究。

本研究与 GBD 研究在资料来源和计算方法上存在一定差异,主要有以下几点:(1)在研究人群上,GBD 研究只公布了针对全体职业人群的疾病负担结果,而本研究根据不同的职业种类进行划分,计算了特定职业种类人群的疾病负担的定量化结果。(2)在工效学因素暴露率的评估上,GBD 基于九大职业种类的人口分布,计算暴露于 LBP 相关工效学危险因素的相关职业人口比例,本研究则采用一项针对世界范围内(35 个国家)的职业人群的 meta 分析结果。与 GBD 相比,该 meta 分析的结果来源于在职业人群中对暴露率的直接测量,故更接近职业人群工效学因素暴露的真实情况,这能减少在 GBD 暴露率估计过程中所用的假设,降低计算误差和分类偏倚。(3)在 LBP 患病率的评估上,GBD 主要对世界范围内的 LBP 的患病率文献进行 meta 分析,然后使用 MR-BRT 网状交叉对应方法(MR-BRT network crosswalk adjustment method)调整国家、年龄等因素,进而估计中国同年龄组全人群的 LBP 年龄别患病率。而本研究在 meta 分析的文献纳入阶段,就将纳入标准定为包括不同年龄组 LBP 的患病率。所以与 GBD 相比,本研究不需要调整国家和年龄组划分的异质性,减少了分类偏倚的引入。总体而言,本研究基于 GBD 的核心方法,试图从不同角度应对相关数据不足或者缺乏的问题,对职业种类进行划分,探索性地评估中国不同职业人群 LBP 的疾病负担。

本研究也存在一定的局限性:(1)目前中国尚无可靠的中国职业人群 LBP 的年龄别发病率和年龄别缓解率数据,故本研究采用 GBD 提供的中国人群的数据,这可能会低估中国职业人群 LBP 的发病率,进而低估中国职业人群的 LBP 疾病负担。(2)由于目前难以获得中国职业人群的年龄别总死亡率和年龄分布数据(以 1 岁为间隔的年龄组划分),故本研究以中国人群的相关数据作为 DisMod II 软件的参比数据进行

后续计算。因为《中华人民共和国劳动保险条例》规定职工退休年龄不超过 60 周岁<sup>[28]</sup>,并且职业人群中的年轻群体占比较全人群更大,所以本研究在 DisMod II 软件的计算过程中可能低估了较年轻的年龄组人口比重,进而低估了中国职业人群的 LBP 的疾病负担。(3)使用 GBD 推荐的 DisMod II 软件推算 LBP 的病程和发病时间,并且随着对 LBP 发病机制研究的深入,GBD 所用模型和算法可能会有更新。(4)本研究职业人群 LBP 患病率和工效学危险因素的暴露率的 meta 分析结果由于入选文献的局限性,可能与真实值存在差距,尤其报道 LBP 年龄别患病率的文献数量较少,结果并不能完全代表某一职业人群的真实情况。(5)本研究中患病率数据存在着较大的变异性,如 < 25 岁组患病率的置信区间较宽。

本研究通过应用 GBD 的方法框架在中国职业人群 LBP 归因于工效学危险因素的疾病负担的探索,其意义有:(1)识别了方法框架中需要加强的技术环节(如中国人群的 LBP 自然史等);(2)获取了考虑病程指标的中国两类职业人群 LBP 的校正患病水平;(3)定量评估了两类中国职业人群 LBP 的疾病负担和工效学危险因素归因的疾病负担,以及与同年龄组全人群的差异,为制定工作场所肌肉骨骼健康促进的相关政策提供证据;(4)通过与常见病 II 型糖尿病的疾病负担的比较,进一步阐明 LBP 对于职业人群健康影响的严重性。本研究的探索过程中也提示 LBP 中研究的不足,尤其缺乏中国人群的关键证据,比如 LBP 的自然史和致残程度。在以后的研究中,随着对 LBP 在发病、流行和致残等方面更深入的理解,加以更优的手段(比如机器学习模型等)对 LBP 进行模拟,预期可以获得更准确的 LBP 疾病负担的评估结果。

## 参考文献

- [1] VLAEYEN JW S, MAHER CG, WIECH K, et al. Low back pain[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2018, 4(1): 52.
- [2] 吴家兵, 祁成, 凌瑞杰. 我国职业人群下背痛患病率 Meta 分析[J]. *中国工业医学杂志*, 2016, 29(6): 474-476.  
WU JB, QI C, LING RJ. Meta-analysis of the prevalence of low back pain in occupational population in China[J]. *Chin Ind Med J*, 2016, 29(6): 474-476.
- [3] 靳江涛. 煤矿工人腰背痛的患病特征分析[D]. 山西: 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]. Shanxi: Shanxi Medical University, 2010.
- [4] 金鑫, 王昱壁, 勾娟. 某机械加工工厂工人下背痛影响因素分析[J]. *工业卫生与职业病*, 2020, 46(5): 397-399,402.  
JIN X, WANG YB, GOU J. Analysis of influencing factors of lower back pain

- in workers of a machinery factory[J]. *Ind Health Occup Dis*, 2020, 46(5): 397-399,402.
- [5] 蔺红静. 临床护理人员职业性腰背部疼痛原因调查分析[D]. 长春: 吉林大学, 2013.
- LIN H J. The Investigation and analysis of professional low back pain in clinical nursing staff[D]. Changchun: Jilin University, 2013.
- [6] 郭莹, 谢玉瑾, 刘颖, 等. 2019年北京市1175名在岗出租车司机慢性疾病谱调查[J]. *职业卫生与应急救援*, 2021, 39(1): 85-88.
- GUO Y, XIE YJ, LIU Y, et al. Survey on chronic diseases of 1175 taxi drivers in Beijing 2019[J]. *Occup Health Emerg Rescue*, 2021, 39(1): 85-88.
- [7] Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), University of Washington, Seattle WA. GBD Compare Data Visualization[EB/OL]. [2022-09-10]. <http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>.
- [8] DA COSTA BR, VIEIRA ER. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies[J]. *Am J Ind Med*, 2010, 53(3): 285-323.
- [9] PUNNETT L, WEGMAN DH. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2004, 14(1): 13-23.
- [10] STANAWAY JD, AFSHIN A, GAKIDOU E, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Lancet*, 2018, 392(10159): 1923-1994.
- [11] 国务院人口普查办公室, 国家统计局人口和就业统计司. 中国2010年人口普查资料[M]. 北京: 中国统计出版社, 2012.
- Census Office of the State Council, Population Census Office under the State Council Department of Population and Employment Statistics National Bureau of Statistics. Tabulation on the 2010 population census of the people's republic of China[M]. Beijing: China Statistics Press, 2012.
- [12] HULSHOF CTJ, COLOSIO C, DAAMS JG, et al. WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational ergonomic risk factors and of the effect of exposure to occupational ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases[J]. *Environ Int*, 2019, 125: 554-566.
- [13] Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), University of Washington, Seattle WA. GBD results[EB/OL]. [2022-09-10]. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-results?params=gbd-api-2019-permalink/e2075b97d24f18c91441e29ba5ad7168>.
- [14] HULSHOF CTJ, PEGA F, NEUPANE S, et al. The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors: a systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury[J]. *Environ Int*, 2021, 146: 106157.
- [15] JAMES SL, ABATE D, ABATE KH, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Lancet*, 2018, 392(10159): 1789-1858.
- [16] VOS T, LIM SS, ABBAFATI C, et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet*, 2020, 396(10258): 1204-1222.
- [17] 关坤, 任迎娣, 方华, 等. 北京市某信息技术企业人员肌肉骨骼系统疾患的调查[J]. *职业与健康*, 2019, 35(23): 3192-3196.
- GUAN K, REN YD, FANG H, et al. Investigation on musculoskeletal diseases of employees in an information technology enterprise in Beijing[J]. *Occup Health*, 2019, 35(23): 3192-3196.
- [18] 刘长俊, 兰亚佳, 王绵珍, 等. 护理人员下背痛调查及其影响因素的初步探讨[J]. *中国职业医学*, 2006, 33(3): 193-195.
- LIU CJ, LAN YJ, WANG MZ, et al. A survey on low back pain and its influential factors among nurses[J]. *Chin Occup Med*, 2006, 33(3): 193-195.
- [19] 吴俊晓. 护士腰背痛职业危险因素分析[J]. *中国职业医学*, 2019, 46(2): 194-197.
- WU JX. Occupational risk factors of low back pain in nurses[J]. *Chin Occup Med*, 2019, 46(2): 194-197.
- [20] 廖浩然. 汽车厂工人肌肉骨骼疾患及不良姿势肌电特征研究[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2020.
- LIAO H R. Study on musculoskeletal disorders and EMG characteristics of poor posture among automobile workers[D]. Wuhan: Wuhan University of Science and Technology, 2020.
- [21] 王会宁. 汽车装配工人局部肌肉骨骼损伤及表面肌电特征研究[D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2012.
- WANG H N. The study of the local musculoskeletal disorders and the surface electromyography characteristics during car assembly tasks[D]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2012.
- [22] 王帅. 汽车制造业工人职业性肌肉骨骼疾患及影响因素调查分析[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2019.
- WANG S. Investigation and analysis of work-related musculoskeletal disorders and influencing factors among automobile manufacturing workers[D]. Wuhan: Wuhan University of Science and Technology, 2019.
- [23] 贾宁, 李涛, 朱新河, 等. 风电场运行维护人员下背痛及危险因素研究[J]. *工业卫生与职业病*, 2016, 42(1): 31-36.
- JIA N, LI T, ZHU X H, et al. Low back pain and its risk factors among operation and maintenance personnel in wind farm[J]. *Ind Health Occup Dis*, 2016, 42(1): 31-36.
- [24] 韩长磊. 缝纫女工职业性肌肉骨骼疾患的现状研究及其损伤机制的探讨[D]. 济南: 山东大学, 2008.
- HAN C L. A cross-sectional and mechanism study on work-related musculoskeletal disorders in female sewing workers[D]. Ji'nan: Shandong University, 2008.
- [25] 黄阿美. 新疆9所三级综合医院护理人员职业性肌肉骨骼疾患现状及影响因素研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2017.
- HUNAG A M. Study on the present situation and influencing factors of occupational musculoskeletal disorders among nurses in 9 general hospitals in Xinjiang[D]. Urumqi: Xinjiang Medical University, 2017.
- [26] 林嗣豪. 工作场所工效学负荷综合评估及其应用研究[D]. 成都: 四川大学, 2006.
- LIN S H. Development of a tool for comprehensive evaluation of ergonomic exposure at the workplace and its application study[D]. Chengdu: Sichuan University, 2006.
- [27] 健康中国行动推进委员会. 健康中国行动(2019—2030年)[EB/OL]. [2022-09-10]. [http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content\\_5409694.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content_5409694.htm).
- The Healthy China Initiative Promotion Committee. The healthy China initiative (2019-2030)[EB/OL]. [2022-09-10]. [http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content\\_5409694.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content_5409694.htm).
- [28] 中华人民共和国劳动保险条例[A/OL]. [2022-09-10]. [http://www.gov.cn/zhengce/2020-12/25/content\\_5574196.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2020-12/25/content_5574196.htm).
- Labour Insurance Regulations of the People's Republic of China[A/OL]. [2022-09-10]. [http://www.gov.cn/zhengce/2020-12/25/content\\_5574196.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2020-12/25/content_5574196.htm).

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 丁瑾瑜)