

职业性接触电焊烟尘与慢性阻塞性肺疾病风险关系的 meta 分析

张志平¹, 王晓宇¹, 鄂蒙², 毛一扬²

1. 扬州市宝应县疾病预防控制中心, 江苏 扬州 225800; 2. 扬州市疾病预防控制中心, 江苏 扬州 225000

摘要: **目的** 探讨职业接触电焊烟尘与慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 的关系。**方法** 检索从建库到 2022 年有关电焊烟尘和 COPD 的文献, 数据库包括 PubMed、Springer、中国知网和万方等。采用美国医疗保健研究和质量局 (AHRQ) 量表对符合标准的文章进行质量评估。根据 I^2 和 P 值对文章进行异质性判断, 并选用相应的效应模型。通过敏感性分析检验研究结果的稳定性; 通过 Begg's 和 Egger's 检验评估发表偏倚。**结果** 共检索到相关文献 108 篇, 最终有 2 项队列研究和 6 项横断面研究共 11 项研究纳入本次 meta 分析, 未接触电焊烟尘的有 3 425 例 COPD 患者, 接触电焊烟尘的有 193 例 COPD 患者。文献质量评分均在 5 分以上。各研究间异质性较低 ($I^2 = 11.8\%$), 采用固定效应模型对合并优势比 (OR) 进行分析。合并 OR 值表明接触电焊烟尘会增加 COPD 的发病风险 (OR = 1.39, 95%CI = 1.15 ~ 1.69), 在控制了吸烟因素后依旧显示接触电焊烟尘会增加 COPD 的发病风险 (OR = 1.34, 95%CI: 1.10 ~ 1.63)。敏感性分析证实本次研究结果稳定。**结论** 劳动过程中接触电焊烟尘可增加职业人群患 COPD 的风险, 应重视电焊烟尘工作人员的健康监护, 及早控制可能的病情, 在脱离岗位后要保持定期随访。**关键词:** 电焊烟尘; 慢性阻塞性肺疾病; meta 分析

中图分类号: R135; R195.1 文献标志码: A 文章编号: 1007-1326(2023)03-0342-05

引用: 张志平, 王晓宇, 鄂蒙, 等. 职业性接触电焊烟尘与慢性阻塞性肺疾病风险关系的 meta 分析[J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(3): 342-346.

Meta-analysis of relationship between occupational exposure to welding fumes and risk of chronic obstructive pulmonary disease

ZHANG Zhiping¹, WANG Xiaoyu¹, E Meng², MAO Yiyang² (1. Disease Prevention and Control Center of Baoying County, Yangzhou, Jiangsu 225800, China; 2. Yangzhou Disease Prevention and Control Center, Yangzhou, Jiangsu 225000, China)

Abstract: Objective To explore the relationship between occupational exposure to welding fumes and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods** Literature on welding fumes and COPD from databases until 2022 was retrieved, including PubMed, Springer, China Knowledge Network, Wanfang, etc. The quality of articles that met the criteria was evaluated using the Health Research and Quality (AHRQ) scale. The heterogeneity of articles was judged according to I^2 and P values, and the corresponding effect model was selected. The stability of research results was tested by sensitivity analysis; Begg's and Egger's tests were used to evaluate publication bias. **Results** A total of 108 relevant articles were retrieved, and 11 studies, including 2 cohort studies and 6 cross-sectional studies, were finally included in this meta-analysis. There were 3 425 COPD patients who had not been exposed to welding fumes and 193 COPD patients who had been exposed to welding fumes. The quality scores of the articles were all above 5 points. The heterogeneity among studies was low ($I^2 = 11.8\%$), and a fixed-effect model was used to analyze the combined odds ratio (OR). The combined OR value showed that exposure to welding fumes would increase the risk of COPD (OR = 1.39, 95%CI: 1.15-1.69), which still showed that exposure to welding fumes would increase the risk of COPD after controlling for the smoking factor (OR = 1.34, 95% CI: 1.10-1.63). Sensitivity analysis confirmed that the results of this study were stable. **Conclusions** Occupational exposure to welding fumes can increase the risk of COPD in occupational populations. Attention should be paid to the health monitoring of workers exposed to welding fumes, early control of possible conditions, and regular follow-up after leaving their posts.

Keywords: welding fume; chronic obstructive pulmonary disease; meta-analysis

作者简介: 张志平 (1985—), 男, 大学本科, 主管医师

通信作者: 鄂蒙, 副主任医师, E-mail: emengsdu@163.com

慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 是一种慢性致残呼吸系统疾病, 是世界范围内的第四大死亡原因, 预计到 2030 年将成为全球第三大死亡原因^[1-4]。近几十年来, 每年有 2.1 亿人患有慢性呼吸系统疾病^[5], COPD 在世界范围内普遍存在^[6]。职业暴露阻塞性气道疾病中起着重要作用^[7], 职业暴露是慢性支气管炎和肺功能损害等呼吸系统疾病的危险因素^[8], 可能导致 COPD^[9]。造成 COPD 的职业因素包括有机和无机粉尘、金属烟雾、化学气体等^[10]。众所周知, 电焊烟尘会对健康造成不利影响, 包括尘肺病和纤维化。尽管已确定电焊烟尘对肺的危害性, 但对 COPD 的流行病学研究并没有确定其对人体的定量危害程度, 有多种结论不一的结果。许多研究报告了两者之间有正相关关系^[11-13], 而也有一些研究^[14-18]报告并没有显著的关联。为了明确这一问题, 对职业性接触电焊烟尘与 COPD 风险之间关系的流行病学证据进行了系统综述和 meta 分析, 现将结果报告如下。

1 方法

1.1 数据检索

检索从建库到 2022 年的有关电焊烟尘和 COPD 的文献, 其中英文文献来自 PubMed 和 Springer 数据库, 检索词为 particles, welding, welders 和 chronic obstructive airway diseases, COPD, chronic respiratory diseases。中文文献来自中国知网和万方数据库, 中文检索词为电焊烟尘、电焊工和慢性阻塞性肺疾病、呼吸系统疾病、COPD。

1.2 研究选择与提取

1.2.1 入选标准

入选标准: (1) 队列研究、病例对照研究 (对照组为未患慢性阻塞性肺疾病或 COPD 的人群) 或横断面研究; (2) 职业暴露的结果是慢性阻塞性肺病或 COPD; (3) 暴露条件为电焊烟尘或电焊工; (4) 具备关键效应量 [hazard ratio (HR)、relative risk (RR) 或 OR、置信区间 (CI)] 和其他必备的信息。

排除标准: (1) 研究中未表明暴露因素为电焊烟尘; (2) 综述、病例报告、会议、信件和动物研究; (3) 没有提供 OR 值的研究或提供的原始数据不能计算出 OR 值和 95%CI 值的研究。

1.2.2 数据提取

首先, 通过阅读, 删除重复文献。其次, 仔细浏览论文的标题和摘要, 根据纳入和排除标准, 对照组为未接触电焊烟尘或者虽接触但浓度较低组, 接

触组为接触电焊烟尘的工人或高浓度接触组。再次, 查阅结局是否符合本次研究目的。为了进一步完善研究内容, 还对符合要求的相关文献的参考文献进行了比对。本研究关注、提取的内容包括作者 (发表年限)、研究类型、国家、样本量、研究对象年龄、COPD 确诊来源、OR (95% CI) 值及调整的混杂因素。

1.2.3 文献质量评估

依据美国医疗保健研究和质量局的量表 (AHRQ)^[19] 评估文献质量。自评量表共有 11 个项目 (分别用“是”“否”及“不清楚”作答^[11]): (1) 是否明确了资料的来源 (调查, 文献回顾)? (2) 是否列出了暴露组和非暴露组 (或病例和对照) 的纳入及排除标准或参考了以往的出版物? (3) 是否给出了鉴别患者的时间阶段? (4) 如果不是人群来源的话, 研究对象是否连续? (5) 评价者的主观因素是否掩盖了研究对象其他方面情况? (6) 描述了任何为保证质量而进行的评估 (如对主要结局指标的检测、再检测); (7) 解释了排除分析的任何患者的理由; (8) 描述了如何评价和 (或) 控制混杂因素的措施; (9) 如果可能, 解释了分析中是如何处理丢失数据的; (10) 总结了患者的应答率及数据收集的完整性; (11) 如果有随访, 查明预期的患者不完整数据所占的百分比或随访结果。每个项目值 1 分。文献由 2 名研究人员按照评估方案进行评分, 任何不一致的分数都通过小组讨论解决。文献质量分为以下几类: 低质量 = 0 ~ 3 分; 中等质量 = 4 ~ 7 分; 高质量 = 8 ~ 11 分。

1.2.4 统计学分析

应用 Stata 13.0 进行统计学分析。通过 I^2 和 P 值进行异质性判断, 当 $P > 0.10$ 且 $I^2 \leq 25.0\%$ 时, 认为异质性低, 采用固定效应模型分析; 否则采用随机效应模型分析^[20]。通过敏感性分析探索研究的异质性来源^[21]。采用 Begg's 或 Egger's 法和漏斗图^[22] 检验发表偏倚。

2 结果

2.1 文献检索

检索过程如图 1 所示。共检索到相关文献 108 篇 (其中 PubMed 87 篇、Springer 10 篇、中国知网 11 篇)。根据纳入和排除标准, 剔除不符合研究目的和要求的文献后, 最终有 8 篇研究^[11-18] 入选进行下一步的 meta 分析。

本次研究共检索到 8 篇文章, 其中队列研究 2 篇^[11, 14], 横断面研究 6 篇^[12-13, 15-18], 共 11 项研究结

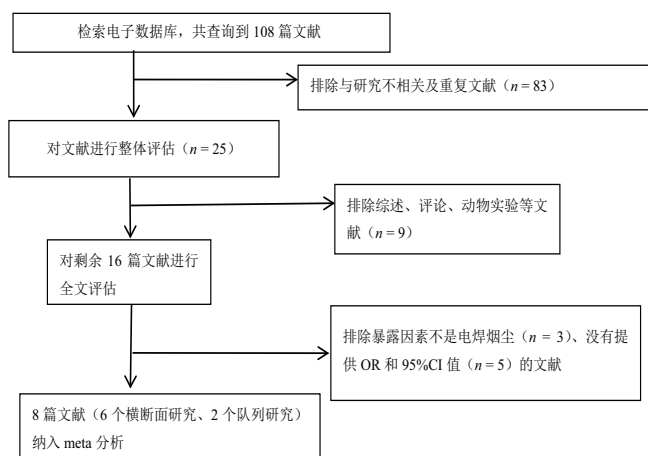


图 1 meta 分析文献纳入流程

表 1 纳入文献的基本特征

作者(发表年份)	研究类型	国家	病例/非暴露	病例/暴露	年龄/岁	COPD 确诊来源	OR(95%CI)值	调整的混杂因素	质量评分
Silver 等 ^[14] (2020)	队列研究	美国	1 100/7 144	13/48	50 ~ 62	医生诊断	1.52 (0.81 ~ 2.85)	性别, 民族, 文化, 家庭收入, 吸烟	8
Grahn 等 ^[11] (2021)	队列研究	瑞典	930/20 069	61/1 016	25 ~ 70	医生诊断	男: 1.22 (0.94 ~ 1.58) 女: 1.92 (0.86 ~ 4.29)	年龄, 吸烟	9
Koh 等 ^[12] (2015)	横断面研究	韩国	未提供	37/240	>20	FEV ₁ /FVC < LLN	3.77 (1.03 ~ 16.20)	年龄, 身高	7
Hansell 等 ^[15] (2014)	横断面研究	新西兰	52/448	12/126	25 ~ 75	FEV ₁ /FVC < LLN, 医生诊断	0.98 (0.44 ~ 2.19) 0.95 (0.39 ~ 2.33)	性别, 年龄, 吸烟, 民族, 家庭收入	6
Ryu 等 ^[16] (2013)	横断面研究	韩国	3/102	15/222	31 ~ 53	FEV ₁ /FVC < 70%	2.83 (0.74 ~ 10.80)	年龄, 体质量, 工龄	5
Hammond 等 ^[17] (2005)	横断面研究	美国	8/357	7/365	< 30, 30 ~ 60, > 60	医生诊断	1.69 (0.57 ~ 4.97)	年龄, 呼吸系统疾病家族史, 民族, 吸烟, 性别	7
Hunting 等 ^[13] (1993)	横断面研究	美国和加拿大	30/74	20/333	48 ~ 71	FEV ₁ /FVC < LLN	> 4 年: 4.09 (1.27 ~ 13.22) 1 ~ 3 年: 2.86 (0.95 ~ 8.58)	年龄, 工龄, 吸烟	6
Bakke 等 ^[18] (1991)	横断面研究	挪威	74/未提供	8/未提供	18 ~ 73	FEV ₁ /FVC < 70%	1.20 (0.50 ~ 2.90)	性别, 年龄, 吸烟	5

注: LLN (lower limit of normal), 正常值下限; FEV₁ (forced expiratory volume in the first second), 第一秒用力呼气量; FVC (forced vital capacity), 用力肺活量。

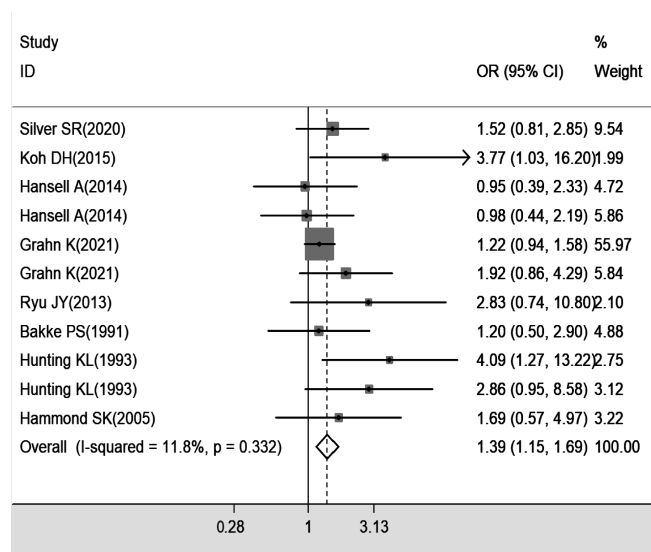


图 2 电焊烟尘与 COPD 患病情况的森林图(原软件截图)

果,未接触电焊烟尘的有 3 425 例 COPD 患者,接触电焊烟尘的有 193 例 COPD 患者。暴露人群为电焊作业或电焊工或整车焊接等工种。根据研究区域,3 项来自美国,2 项^[12,16]来自韩国,瑞典^[11]、新西兰^[15]、挪威^[18]各 1 项。纳入文献的基本特征见表 1。

2.2 meta 分析

纳入的 11 项研究存在较低的异质性 ($I^2 = 11.8\%$, $P = 0.332$), 因此采用固定效应模型进行分析。合并 OR 值表明接触电焊烟尘会增加 COPD 的发病风险 (OR = 1.39, 95% CI = 1.15 ~ 1.69), 森林图分析见图 2。同时根据混杂因素中是否吸烟进行了调整, 在控制了吸烟因素后显示接触电焊烟尘会增加 COPD 的发病风险 (OR = 1.34, 95% CI: 1.10 ~ 1.63)。

2.3 敏感性分析

为了进一步探讨可能的异质性来源,我们对文献进行了敏感性分析。敏感性分析结果见图 3。图中结果显示的是在删除一项研究后,剩余文献的合并 OR 值。11 项研究合并的 OR 值范围为 1.35 (95% CI =

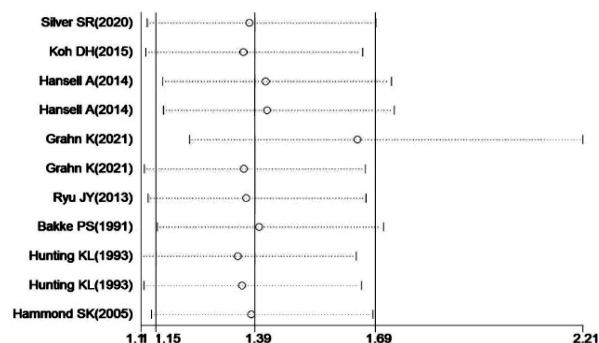


图 3 电焊烟尘与 COPD 的敏感性分析结果(原软件截图)

1.11 ~ 1.65)~1.64(95%CI = 1.23 ~ 2.21)。没有发现个别研究显著影响整体 OR 值,表示本次研究的稳定性较好。

2.4 发表偏倚

对纳入分析的文献和数据进行发表偏倚检验,Begg's 等级相关检验和 Egger's 直线回归法结果均提示该研究存在发表偏倚($P = 0.008, 0.032$),见图 4。由于研究数量较少,采用减补法进一步评估发表结果的稳定性。在初步 meta 分析中添加了 4 个假设的研究,以满足无发表偏倚的要求,增加 4 个假设研究后的结果为 $OR = 1.27(95\%CI = 1.05 \sim 1.52)$,与原结果范围一致,依旧支持电焊烟尘会导致患 COPD 的风险增加的结论。

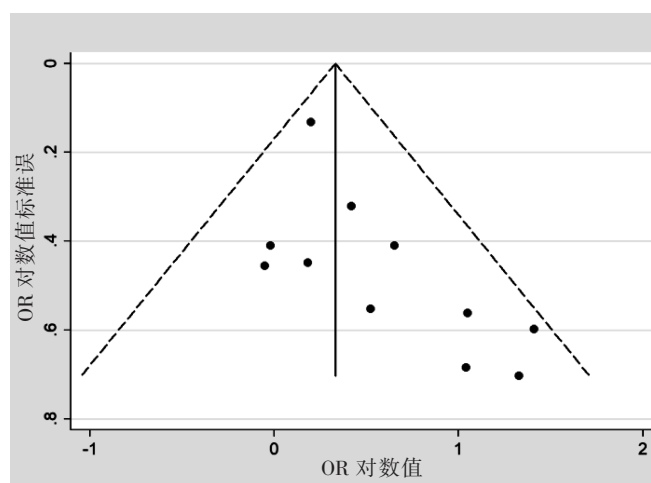


图 4 电焊烟尘与 COPD 的漏斗图

3 讨论

本次研究甄选得到的 11 项研究结果综合表明,劳动过程中接触电焊烟尘是 COPD 发病的危险因素($OR = 1.39, 95\%CI: 1.15 \sim 1.69$),且各研究间异质性较低,结果可靠性较好。

不同职业类别的劳动者在职业活动中若接触有害气体、灰尘和烟雾,均可增加患 COPD 的风险,如农民、采矿工人、建筑工人和其他行业(如接触镉和铝等金属烟雾)的操作工^[23],同时暴露于职业有害因素和吸烟会显著增加患 COPD 的风险。吸烟是研究得最多的 COPD 相关的风险因素,许多研究一致认为吸烟是 COPD 疾病发展的主要危险因素。由于 COPD 和吸烟之间的联系较强,COPD 经常被视为吸烟者的疾病。然而,现有足够的证据表明不吸烟者也可能患 COPD。在日本、英国和美国均约有近四分之一确诊的 COPD 病例发生在非吸烟者中^[24]。因此在本次 meta 分析中,对吸烟因素进行了调整,调整后汇总的 $OR = 1.34(95\%CI: 1.10 \sim 1.63)$,显

示不吸烟者暴露于电焊烟尘中发生 COPD 的风险依旧增加。接触电焊烟尘导致的 COPD 致病机制尚不清晰,但有研究发现劳动者接触生产性粉尘后支气管黏膜反复受刺激,因此其清除异物的能力降低,细菌更容易侵入呼吸道而引起感染,出现不可逆性的气流受限^[25];长期吸入粉尘可导致呼吸道纤毛缩短,诱导 COPD 的发生^[26];以上在老年患者中尤其容易出现。当前我国大部分人群对 COPD 缺乏充分的认识,这导致了我国大多数已患 COPD 的人群(尤其是退休老年人)没有得到有效重视和及时控制。Violi 等^[27]研究发现,COPD 是导致老年人肺部感染发病住院风险最高的基础疾病,造成的直接和间接经济损失呈现逐年升高的趋势。

本次 meta 分析有一些局限性:第一,本研究虽然对中英文文献都进行了检索,但并没有符合要求的中文文献纳入。第二,未根据接触电焊烟尘的工龄进行分析,因为多数纳入的研究只评估了参与者是否接触过电焊烟尘。第三,未进一步考虑接触的电焊烟尘浓度,因为纳入的研究只有 1 篇测量了接触浓度。第四,本研究存在一定的发表偏倚,提示当前可能有灰色文献未被查询到。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] CELLI B R, DECRAMER M, WEDZICHA J A, et al. An official American thoracic society/European respiratory society statement: research questions in chronic obstructive pulmonary disease[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2015, 191(7): 24-27.
- [2] POSTMA D S, BUSH A, VAN DEN BERGE M. Risk factors and early origins of chronic obstructive pulmonary disease[J]. Lancet, 2015, 385(9971): 899-909.
- [3] ABRAMSON M J, PERRET J L, DHARMAGE S C, et al. Distinguishing adult-onset asthma from COPD: a review and a new approach[J]. Int J Chron Obstruct Pulm Dis, 2014, 9: 945.
- [4] VOS T, FLAXMAN A D, NAGHAVI M, et al. Years lived with disability (YLDs) for 1 160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010[J]. Lancet, 2013, 380(9859): 2163-2196.
- [5] MAMANE A, BALDI I, TESSIER J F, et al. Occupational exposure to pesticides and respiratory health[J]. Eur Respir Rev, 2015, 24(136): 306-319.
- [6] MURRAY C J L, LOPEZ A D. The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020[M]. Cambridge: Harvard University press: 429-453.
- [7] TAGIYEVA N, SADHRA S, MOHAMMED N, et al. Occupational airborne exposure in relation to Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and lung function in individuals without

- childhood wheezing illness: a 50-year cohort study [J]. Environ Res, 2017, 153: 126–134.
- [8] SCHENKER M B, CHRISTIANI D, CORMIER Y, et al. Respiratory health hazards in agriculture [J]. Am J Respir Crit Care Med, 1998, 158(5 Pt 2): S1–S76.
- [9] BLANC P D, TORÉN K. Occupation in chronic obstructive pulmonary disease and chronic bronchitis: an update [J]. Int J Tuberc Lung Dis, 2007, 11(3): 251–257.
- [10] BLANC P D, MENEZES A M, PLANA E, et al. Occupational exposures and COPD: an ecological analysis of international data [J]. Eur Respir J, 2009, 33: 298–304.
- [11] GRAHN K, GUSTAVSSON P, ANDERSSON T, et al. Occupational exposure to particles and increased risk of developing chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a population-based cohort study in Stockholm, Sweden [J]. Environ Res, 2021, 9: 111739.
- [12] KOH D H, KIM J I, KIM K H, et al. Welding fume exposure and chronic obstructive pulmonary disease in welders [J]. Occup Med (Lond), 2015, 65, (1): 72–77.
- [13] HUNTING K L, WELCH L S. Occupational exposure to dust and lung disease among sheet metal workers [J]. Br J Ind Med, 1993, 50(5): 432–442.
- [14] SILVER S R, ALARCON W A, LI J. Incident chronic obstructive pulmonary disease associated with occupation, industry, and workplace exposures in the health and retirement study [J]. Am J Ind Med, 2021, 64(1): 26–38.
- [15] HANSELL A, GHOSH R E, POOLE S, et al. Occupational risk factors for chronic respiratory disease in a New Zealand population using lifetime occupational history [J]. J Occup Environ Med, 2014, 56(3): 270–280.
- [16] RYU J Y, LEE S Y, KIM D H. Obstructive pulmonary function impairment among Korean male workers exposed to organic solvents, iron oxide dust, and welding fumes [J]. Ind Health, 2013, 51(6): 596–602.
- [17] HAMMOND S K, GOLD E, BAKER R, et al. Respiratory health effects related to occupational spray painting and welding [J]. J Occup Environ Med, 2005, 47(7): 728–739.
- [18] BAKKE P S, BASTE V, HANOA R, et al. Prevalence of obstructive lung disease in a general population: relation to occupational title and exposure to some airborne agents [J]. Thorax, 1991, 46(12): 863–870.
- [19] 曾宪涛, 刘慧, 陈曦, 等. Meta 分析系列之四: 观察性研究的质量评价工具 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2012, 4(4): 297–299.
- [20] HIGGINS J P, THOMPSON S G. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis [J]. Stat Med, 2002, 21: 1539–1558.
- [21] HIGGINS J P, THOMPSON S G, DEEKS J J, et al. Measuring inconsistency in meta analyses [J]. BMJ, 2003, 327: 557–560.
- [22] EGGER M, SMITH G D, SCHNEIDER M, et al. Bias in meta analysis detected by a simple, graphical test [J]. BMJ Clin Res, 1997, 315: 629–634.
- [23] ALIF S M, DHARMAGE S C, BOWATTE G, et al. Occupational exposure and risk of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis [J]. Expert Rev Respir Med, 2016, 10(8): 861–872.
- [24] CHRISTENSON S A, SMITH B M, BAFADHEL M. Chronic obstructive pulmonary disease [J]. Lancet, 2022, 399(10342): 2227–2242.
- [25] 赵元璐. 扬州地区慢性阻塞性肺疾病发病情况区域性调查报告及比较分析 [D]. 扬州: 扬州大学, 2020.
- [26] 吴苏佶, 魏毅, 石俊青, 等. 肺纤维化合并肺气肿综合征的临床特征与危险因素分析 [J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2021, 20(1): 4–11.
- [27] VIOLI F, CANGEMI R, FALCONE M, et al. Cardiovascular complications and short-term mortality risk in community-acquired pneumonia [J]. Clin Infect Dis, 2017, 64(11): 1486–1493.

收稿日期: 2022-07-06

(上接第 337 页)

- [15] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 危险化学品重大危险源辨识: GB 18218—2018 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [16] 王向荣. 化工园区应急救援队伍建设思考 [J]. 中国安全生产, 2016, 11(1): 30–32.
- [17] 张英, 陈浩. 加强安全生产应急救援体系建设——记上海化学工业区应急响应中心 [J]. 职业卫生与应急救援, 2011, 29(9): 285–286.
- [18] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 急救中心建设标准: 建标 177—2016 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2016.
- [19] 中华人民共和国卫生部. 卫生部关于《医疗机构基本标准(试行)》施行中有关问题的通知: 卫医发[2006]150 号 [J]. 中华人民共和国卫生部公报, 2006(5): 43.
- [20] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 石油化工企业设计防火标准: GB 50160—2008(2018 版) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
- [21] 郭庆华, 李敏嫣, 黄德寅. 化工园区职业卫生应急管理现状及问题思考 [J]. 职业卫生与应急救援, 2022, 40(3): 347–352.

收稿日期: 2022-10-28