

大气污染对皮肤病影响的流行病学研究进展

孙成瑶^{1,2}, 唐大镜^{1,2}, 陈风格^{1,3}, 赵川⁴, 关茗洋^{1,3}

1. 石家庄市疾病预防控制中心环境卫生所, 河北 石家庄 050011
2. 华北理工大学公共卫生学院, 河北 唐山 063210
3. 中国疾病预防控制中心环境与健康研究基地(石家庄), 河北 石家庄 050011
4. 石家庄市第四医院, 河北 石家庄 050011



DOI 10.11836/JEOM22045

摘要:

大气污染是影响人群健康的主要环境威胁。皮肤作为人体最大的器官,是接触大气污染物的主要途径,大气污染物与皮肤病的相关性研究值得关注。本文回顾国内外不同地区大气污染物对皮肤病门诊、急诊就诊风险的急性影响,特别是对患病率较高、疾病负担较重的皮炎、湿疹、荨麻疹、痤疮、银屑病等皮肤病的影响。大气污染物对皮肤病作用程度受到大气污染物的暴露因素(如成分、浓度、暴露时间)、环境因素(如温湿度、紫外线)及人群特征的影响。针对当前缺乏大气污染物对皮肤病的长期影响及环境因素交互作用研究的不足,本文对未来的研究方向进行展望,以期后续深入开展大气污染物对皮肤病的影响及制定相关防控策略提供新的思路。

关键词: 大气污染; 皮炎; 湿疹; 荨麻疹; 痤疮; 银屑病; 流行病学; 影响因素

Advances in epidemiological research on effects of air pollution on skin diseases SUN Chengyao^{1,2}, TANG Dajing^{1,2}, CHEN Fengge^{1,3}, ZHAO Chuan⁴, GUAN Mingyang^{1,3} (1. Institute of Environmental Health, Shijiazhuang Center for Disease Control and Prevention, Shijiazhuang, Hebei 050011, China; 2. School of Public Health, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei 063210, China; 3. Research Base for Environment and Health in Shijiazhuang, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Shijiazhuang, Hebei 050011, China; 4. The Fourth Hospital of Shijiazhuang, Shijiazhuang, Hebei 050011, China)

Abstract:

Air pollution is a major environmental threat to human health, and skin, as the largest organ of the human body, is a major exposure route of air pollutants, so the correlations between air pollutants and skin diseases are noteworthy to study. This paper reviewed the acute effects of air pollutants on the risks of dermatosis outpatient and emergency visits at home and abroad, especially on dermatitis, eczema, urticaria, acne, psoriasis, and other skin diseases with high prevalence rates and heavy disease burdens. The effects of air pollutants on skin diseases are affected by exposure characteristics of air pollutants (such as composition, concentration, and exposure time), environmental factors (such as temperature, humidity, and ultraviolet), and population characteristics. In view of insufficient evidence on the long-term effects of air pollutants on skin diseases and the interaction of environmental factors, future research directions were prospected, aiming to provide new ideas for further study on the effects of air pollutants on skin diseases and the formulation of relevant prevention and control strategies.

Keywords: air pollution; dermatitis; eczema; urticaria; acne; psoriasis; epidemiology; influencing factor

作者简介

孙成瑶(1995—),女,硕士生,
E-mail: sun_chengyao@163.com

通信作者

关茗洋, E-mail: gmyguan@qq.com

伦理审批 不需要

利益冲突 无申报

收稿日期 2022-02-13

录用日期 2022-10-19

文章编号 2095-9982(2022)11-1304-06

中图分类号 R12

文献标志码 A

引用

孙成瑶,唐大镜,陈风格,等. 大气污染对皮肤病影响的流行病学研究进展[J]. 环境与职业医学, 2022, 39(11): 1304-1309.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22045

Correspondence to

GUAN Mingyang, E-mail: gmyguan@qq.com

Ethics approval Not required

Competing interests None declared

Received 2022-02-13

Accepted 2022-10-19

To cite

SUN Chengyao, TANG Dajing, CHEN Fengge, et al. Advances in epidemiological research on effects of air pollution on skin diseases[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2022, 39(11): 1304-1309.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22045

空气污染是影响人群健康的主要环境威胁,已逐渐成为全球范围内的重大公共卫生问题之一。国内外学者开展了大量关于空气污染物短期或长期暴露与人群的亚临床指标、发病和死亡效应的探索性研究,发现空气污染与多种健康效应的发生发展密切相关^[1-2]。其中,皮肤是人体最大的器官,也是人体防御功能的第一道屏障,长期暴露在外界环境中更易受到污染物的侵袭。越来越多的流行病学研究发现,大气污染物暴露与皮炎、湿疹、荨麻疹、痤疮、银屑病(psoriasis, PS)等皮肤病患病风险的增加密切相关^[3-5]。

有数据统计,痤疮的全球患病率在 2006—2016 年十年间上升了 5.1%^[6],挪威地区 PS 患病率在 1979—2008 年三十年间从 4.8%增至 11.4%^[7]。在我国,特应性皮炎(atopic dermatitis, AD)的标化患病率在 1990—2019 年间上升了 1.04%^[8],PS 患病率从 1984 年的 0.12%增加到 2017 年的 0.50%^[9-10]。据估计,2019 年我国有超过 3.69 亿的皮肤病病例,贡献了将近 830 万伤残调整寿命年^[11]。皮肤病患病率的增加受到多种因素的影响,而环境因素的多样性和不确定性,尤其是大气污染物对其影响更加值得关注。本文通过综述近年来大气中 SO₂、NO₂、O₃、可吸入颗粒物(inhalable particles, PM₁₀)和细颗粒物(fine particulate matter, PM_{2.5})及其组分对皮肤病的影响及流行病学影响因素,以期对我国大气污染物对皮肤病影响相关研究的进一步开展和预防控制政策的制定提供新的思路。

1 大气污染对皮肤病的影响

大气污染物可直接透过皮肤或者通过毛囊、汗腺等途径进入皮下组织,引起炎症反应,形成皮损,也可以通过吸入途径进入人体,并穿过肺部组织经过循环到达皮肤组织,抑或是在肺部引起炎症反应,进一步产生系统性炎症反应,从而对皮肤产生影响^[12-13]。既往研究多基于门诊、急诊就诊数据,分析短期暴露于环境大气污染对皮肤病患病风险的影响,如 Chao 等^[4]在河南省新乡市通过时间序列研究,发现 2015—2018 年期间 NO₂ 每增加 10 μg·m⁻³,总皮肤病门诊就诊人次增加 1.86%(95%CI: 1.06%~2.66%);Wang 等^[3]2014—2019 年在北京和 Xu 等^[14]2007—2008 年在上海的研究分别发现 PM_{2.5}、NO₂ 和 O₃ 的增加会增加总皮肤病的急诊就诊风险。由于皮肤病涵盖范围较广,有必要针对皮炎、湿疹、荨麻疹、PS 等患病率较高或疾病负担严重的疾病种类进行单独分析。

1.1 皮炎和湿疹

皮炎和湿疹是以反复发作多样性皮疹,对称分布,瘙痒剧烈,并易慢性化转变为特征的一类皮肤病,AD 是最常见的一种,其导致的伤残调整寿命年在全球所有非致命疾病中位于第 15 位^[15]。据估计,AD 在儿童期患病率最高,可达 15%~30%,随后逐渐下降,至中老年时期可能会再次上升^[15-16]。印度德里一项研究发现,生活在大气污染严重地区的青少年儿童湿疹患病率更高^[17]。韩国一项多城市的研究揭示,PM₁₀ 和 SO₂ 浓度每增加一个四分位距(interquartile range, IQR),每日皮炎和湿疹就诊人次分别增加 3.8%和 4.3%^[18]。

美国一项横断面研究报告了 PM_{2.5}、NO₂ 和 SO₂ 与 0~17 岁儿童 AD 患病率之间呈正相关关系^[19]。意大利一项研究对 60 例 5 岁以上的 AD 患者(平均年龄: 23.5 ± 12.5 岁)进行了为期 18 个月的随访,结果表明暴露于 PM₁₀、NO₂ 和 O₃ 会加重 AD 症状的严重程度^[20]。

我国北京一项时间分层病例交叉分析显示,所有污染物在暴露当天即表现出与皮炎和湿疹门诊就诊人次的正相关关系,PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂ 和 SO₂ 浓度每增加一个 IQR,皮炎湿疹类皮肤病门诊就诊人次分别增加 3.81%(95%CI: 2.92%~4.70%)、3.18%(95%CI: 2.39%~3.97%)、5.43%(95%CI: 4.43%~6.43%)、5.57%(95%CI: 4.55%~6.58%),且连续高浓度 PM_{2.5} 和 NO₂ 污染持续时间越长风险越大^[21]。广州一项时间序列分析同样发现,短期接触 NO₂ 对湿疹就诊人次影响的最大效应出现在暴露当天,之后逐渐降低,并在滞后 3 d 时消失^[22]。我国众多学者也针对大气污染物与 AD 间的关系进行了一系列研究。Guo 等^[23]在北京采用基于广义相加模型(generalized additive model, GAM)的时间序列分析发现,PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂ 和 SO₂ 在暴露当天每增加 10 μg·m⁻³,AD 就诊人次分别增加 0.42%(95%CI: 0.16%~0.67%)、0.34%(95%CI: 0.15%~0.54%)、1.11%(95%CI: 0.38%~1.84%)和 1.06%(95%CI: 0.21%~1.93%)。Wang 等^[24]在广州通过分层分析后发现,凉爽季节 AD 患病风险是温暖季节的 1.7~3.0 倍。此外, Liu 等^[25]在上海和 Yao 等^[26]在台湾均发现妊娠期暴露于大气污染物会增加儿童患 AD 的风险。

上述的国内外研究结果均提示大气污染物浓度的升高对皮炎和湿疹的发生发展具有一定的影响,但多数分析属于生态学研究,生态学谬误无法避免,关联性的存在不代表因果关系,因此应该谨慎地解释结果。

1.2 荨麻疹

荨麻疹是一种免疫系统变态反应性疾病,表现为风团、血管性水肿或两者兼有。根据荨麻疹的持续时间可分为急性(≤6 周)和慢性(>6 周)。急性荨麻疹的终生患病率约为 20%,一般呈自限性,部分病情严重的患者可发生各系统累及、严重过敏反应甚至危及生命^[27];慢性荨麻疹病程较长、反复发作,由于发病机制复杂,病因难以确定,约 3/4 的患者诱因不明,严重影响患者的生活质量,危害生理和心理健康,造成严重的社会经济负担。加拿大的一项研究基于 3 种环境大气污染物(O₃、NO₂ 和 PM_{2.5})浓度计算得到空气质量健康指数,并采用时间分层病例交叉设计分析了其短期

变化与荨麻疹急诊就诊人次之间的关系,结果表明在暴露滞后 2~3 d 时荨麻疹急诊就诊人次与空气质量健康指数之间存在一定的关联;同时,采用时间序列分析得出了相似的结果,进一步增加了结果的可信度^[28]。我国也有类似的研究,李惠等^[29]研究发现急性荨麻疹就诊人次与空气质量指数呈正相关($r=0.629$, $P<0.01$),急性荨麻疹就诊人次会随着大气污染的加重而增加。

上述研究主要分析综合性大气污染指标与荨麻疹之间的关系,针对具体污染物而言:兰州一项基于分布滞后非线性模型(distributed lag non-linear model, DLNM)的时间序列分析结果显示,气态污染物 SO_2 、 NO_2 对荨麻疹门诊就诊人次的影响存在明显的即时性和滞后性,单日滞后最大效应均在暴露当天出现,随后效应值逐渐下降,最后出现小幅度回升, SO_2 、 NO_2 每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,荨麻疹门诊就诊人次分别增加 3.15%(95%CI: 1.84%~4.48%)、4.60%(95%CI: 3.67%~5.53%),且这种效应在寒冷季节更强^[30]。北京一项基于 GAM 的时间序列分析同样观察到环境气态污染物 SO_2 、 NO_2 对荨麻疹门诊量的影响,每增加 $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,暴露当日门诊量增加的 RR 值分别为 1.0011(95%CI: 1.0002~1.0021)、1.0020(95%CI: 1.0011~1.0028)^[31]。此外,该研究发现 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度对荨麻疹就诊人次的影响易受到生物性混杂因素的干扰,重新拟合 DLNM 分析后发现,寒冷季节 $\text{PM}_{2.5}$ 对荨麻疹就诊人次影响具有累积效应,且滞后效应明显延长,滞后 20 d 的累积效应 OR 为 1.22(95%CI: 1.03~1.46)^[31]。以上研究可能因分析方法、地区、人群及污染水平的不同,导致效应值间存在差异,但均发现 $\text{PM}_{2.5}$ 、 SO_2 、 NO_2 浓度的变化会增加人群荨麻疹就诊人次,而既往关于 O_3 浓度变化对荨麻疹影响的研究结论却不尽一致。如在上海市的研究发现 O_3 每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,荨麻疹就诊人次增加 0.78%(95%CI: 0.19%~1.38%),二者间存在正相关关系^[14];但在兰州市的研究发现 O_3 浓度的增加会使荨麻疹就诊人次减少, O_3 对荨麻疹患者可能会表现出一定的保护效应^[30]。因此,需要进一步进行毒理学或流行病学研究来验证 O_3 对荨麻疹患病风险的影响。

1.3 痤疮

痤疮是一种累及毛囊皮脂腺的慢性炎症性皮肤病,常见于面部及上胸背部,表现为粉刺、丘疹、脓疱、结节、囊肿及瘢痕。全球约有 23.1 亿人患有痤疮,主要好发于青少年,严重影响青少年的心理和社交,一般需要数年时间才能自然消退^[32]。毛囊角化过度、皮脂过多、炎症和痤疮丙酸杆菌的定植等均可能是导致

痤疮产生的原因^[33]。黎巴嫩的一项研究为了探索人群暴露于环境大气污染和炎症性痤疮发生之间的联系,使用匿名在线平台对 372 名居住在空气质量监测站所在地区的人收集相关信息,logistic 回归结果显示,暴露在严重的 NO_2 污染环境以及在发电厂附近工作,都与人群痤疮发生存在具有统计学意义的关联^[34]。

我国多个地区也进行过相关研究。Liu 等^[35]基于 GAM 的时间序列研究分析了北京市大气污染物对痤疮门诊就诊人次的影响,发现 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 和 NO_2 浓度的增加与过去 2 年中痤疮门诊就诊人数的增加相关。Li 等^[36]拟合相同的分析模型,观察到短期暴露于大气污染物与青春期后痤疮门诊就诊增加有关, PM_{10} 、 SO_2 和 NO_2 每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,门诊人次分别增加 0.84%(95%CI: 0.53%~1.16%)、1.61%(95%CI: 0.12%~3.10%) 和 3.50%(95%CI: 1.60%~5.40%)。尹沫涵等^[37]在控制长期趋势与星期几效应等混杂因素的基础上,拟合 DLNM 分析大气中气态污染物浓度与痤疮门诊人次的相关性,结果表明兰州地区 SO_2 、 NO_2 浓度与痤疮门诊就诊人次之间呈正相关,而 O_3 浓度与其之间呈负相关, SO_2 、 NO_2 每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,门诊就诊人次分别增加 2.61%(95%CI: 0.98%~4.27%)、1.71%(95%CI: 0.54%~2.89%), O_3 每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,门诊就诊人次变化为-0.62%(95%CI: -1.12%~-0.11%)。

1.4 PS

PS 是一种慢性、免疫介导的炎症性皮肤病,常见于肘部、膝盖、头皮和下背部,表现为边界清楚的斑块,上覆银白色鳞屑^[38]。全球 PS 患病率介于 0.09%~5.10% 之间,成人患病率高于儿童,首次发病年龄具有明显的双峰模式,第一和第二高峰分别在 30~39 岁(早发型)和 60~69 岁(晚发型)^[39-40]。PS 病因复杂,发病机制尚无定论,治疗效果不良且易反复,目前的治疗目的以控制病情和发展,减轻症状和皮损为主。有研究发现,大气污染物浓度对 PS 就诊人次具有一定的影响及滞后效应。夏元睿^[41]采用 DLNM 分析发现, SO_2 、 NO_2 每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,对 PS 日门诊就诊人次的影响均在暴露当天达到最大效应值,RR 值分别为 1.027(95%CI: 1.009~1.046)、1.013(95%CI: 1.007~1.020),而后随着滞后天数的延长,对 PS 日就诊人次的影响逐渐降低; O_3 对 PS 患者具有一定的保护效应, O_3 每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,RR 值为 0.996(95%CI: 0.992~0.999),并且这种效应的作用在寒冷季节(11—4 月)更高。Chao 等^[4]也观察到 NO_2 每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,PS 门诊就诊人次随之增加 3.09%(95%CI: 1.26%~4.92%)。目前,关于 PS 与大气污染物

关联性研究的文献较少,两者的相关性有待进一步探讨和研究。

2 流行病学研究影响因素

2.1 大气污染物的暴露因素

大气污染物来源、成分、暴露时间及浓度等因素的不同均会对流行病学分析结果产生影响。在 30 项小规模暴露评估的研究中,有 23 项发现 AD 与交通来源的污染物之间存在关联^[42]。尽管确切的病因及发病机制尚未完全明确,但目前关于大气污染物影响皮肤健康的假说主要有 4 种:氧化应激、微生物群落的变化、芳烃受体的激活、诱导炎症级联反应,进而导致皮肤屏障损伤^[43]。而大气污染物组成复杂,部分成分对皮肤健康可能具有更大的危害,如某些气态物质(SO_2 、 NO_2)分子直径较小,且具有一定的水溶性,更易穿透皮肤屏障,引起皮肤损害^[44-45];部分金属成分(如 Fe、Cu 和 Mn 等)能催化类芬顿反应并产生活性氧,引发氧化损伤机制^[46];多环芳烃可触发表皮中芳香烃受体的表达,加剧和延长的芳香烃受体活化可增加活性氧的产生并诱导促炎介质的分泌,引起皮肤炎症性损害^[47]。但值得注意的是,受控和自动调节的芳香烃受体介导的转录表达可能有利于表皮的更新和屏障功能,如作为一种新型芳香烃受体调节剂,本维莫德可抑制皮肤炎症并增强皮肤屏障功能,用来治疗 PS 和特应性皮炎等^[47]。此外,长期暴露于高浓度污染物可能会造成人群适应性增加,出现高浓度地区的效应值低于低浓度地区的现象^[48]。污染物对健康的影响也并非简单的效果叠加,污染物间可能存在着复杂的交互作用。

2.2 人群特征

不同城市间人口学特征的差异也可能会导致研究结果的不同。多数研究发现儿童暴露于大气污染物的皮肤病患病风险更高^[30, 37, 49],其中,大气污染对儿童 AD 的影响是成人的 1.3~1.8 倍^[24];也有部分研究发现老年人暴露于大气污染物的皮肤病患病风险较高^[18, 21]。某些皮肤病,如 AD、荨麻疹等作为过敏性疾病,受到个体遗传易感性和环境因素暴露的多重影响,当环境和易感基因同时存在的情况下,疾病更易发生^[50-51]。

2.3 环境因素

Guo 等^[23]研究发现,大气污染物对 AD 的影响在相对高温的环境中效应会增强。Kim 等^[52]研究发现,随着 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 暴露浓度的增加,AD 症状显著恶化,

尤其是在干燥温和的天气。综上,大气污染物对人群皮肤健康的危害并不是孤立存在的,温度、湿度等气象因素与大气污染物间可能存在协同作用。其可能的解释:一是生理改变,如有研究发现高温会导致出汗增多,水分流失严重,从而导致皮肤干燥和瘙痒^[50, 53],低湿会导致皮肤屏障功能普遍下降,易感性增强,更易受到污染物的侵害^[54];二是暴露改变,一方面高温环境中呼吸加快、血管扩张,导致更多污染物进入人体,另一方面,人们在高温环境下衣着更为轻便,户外活动时间延长或更愿意开窗通风,增加了与污染物的接触面积;三是成分改变,如高温时大气污染物易发生化学反应,生成苯并[a]芘等二次污染物,增加单位浓度的有毒成分。

流行病学研究发现,紫外线辐射和大气污染间也可能存在协同效应,暴露于紫外线的皮肤可能会表现出对大气颗粒物诱导色素斑形成的易感性改变^[55]。Valacchi 等^[56]通过动物实验发现,单独暴露于 O_3 和紫外线均会耗减小鼠皮肤角质层维生素 E,当同时暴露于二者时,维生素 E 的耗减程度增加,加重了小鼠皮肤屏障的氧化损伤。Burke 等^[57]也发现苯并[a]芘作为紫外线的光敏剂,可通过产生高活性的活性氧,进一步对皮肤造成氧化损伤和基因毒性。紫外线辐射强度与大气污染物浓度间密切相关,常受到污染物气体和气溶胶粒子的吸收和散射作用,特别是在以 $\text{PM}_{2.5}$ 为首要污染物的重度污染天气,紫外线辐射强度的衰减率可达 32%以上^[58],但皮肤仍会在二者的双重作用下出现一系列的病理和生物学损伤^[59]。

环境因素对大气污染物与皮肤健康之间关系的影响还涉及许多方面,如空气变应原的影响。温暖季节时,空气中花粉、霉菌等季节性变应原增多,这些不可控的混杂因素可能会对研究结果产生影响^[31],同时,大气污染物可以修饰变应原蛋白,从而影响变应原与免疫系统的相互作用,导致花粉的变应原性增加^[60]。更多的影响因素及关联机制仍有待探索。

3 总结与展望

目前,国内外已开展许多关于大气污染物对皮肤病影响的流行病学研究,发现多种大气污染物与皮炎、湿疹、荨麻疹、痤疮、PS 等皮肤病的发生发展密切相关。首先,统计学方法上多采用时间序列研究和病例交叉研究分析大气污染对皮肤健康的短期效应,但与短期的健康影响相比,长期暴露于大气污染物通常会对健康造成更大的危害,因此,需要通过开展生态学

研究、队列研究等对大气污染物对皮肤健康的长期效应进行更多的探索。其次,研究区域的选择上多局限于一个地区或城市,不同地区结果存在相对性差异,难以正确评估大气污染对皮肤健康的影响,因此,利用统一的方法进行多城市的 meta 分析仍然是必要的。再者,因存在地区异质性,不同研究地区的大气污染物与皮肤病的相关性研究结论不尽一致,因此,仍需在同一地区开展进一步的研究工作,筛选出易感人群,并积极采取防护措施。此外,环境因素与大气污染物对皮肤健康的影响可能存在交互作用,但相关研究证据较少,应继续进行深入探究。现今我国大气污染形势依然严峻,不断增加的皮肤病患病人数极大地增加了社会负担,因此,有必要积极挖掘并利用健康医疗大数据,并将其与大气污染监测数据及气象数据相融合,全面探究大气污染在皮肤病发生发展中的影响及效应大小,为相关卫生决策提供有力支持,做出科学指导。

参考文献

- [1] SCHRAUFNAGEL DE, BALMES JR, COWL CT, et al. Air pollution and non-communicable diseases: a review by the forum of international respiratory societies' environmental committee, part 2: air pollution and organ systems [J]. *Chest*, 2019, 155(2): 417-426.
- [2] CHEN R, YIN P, MENG X, et al. Associations between ambient nitrogen dioxide and daily cause-specific mortality: evidence from 272 Chinese cities [J]. *Epidemiology*, 2018, 29(4): 482-489.
- [3] WANG W, ZHANG W, ZHAO J, et al. Short-term exposure to ambient air pollution and increased emergency room visits for skin diseases in Beijing, China [J]. *Toxics*, 2021, 9(5): 108.
- [4] CHAO L, LU M, AN Z, et al. Short-term effect of NO₂ on outpatient visits for dermatologic diseases in Xinxiang, China: a time-series study [J]. *Environ Geochem Health*, 2021, 43(9): 1-11.
- [5] ABOLHASANI R, ARAGHI F, TABARY M, et al. The impact of air pollution on skin and related disorders: a comprehensive review [J]. *Dermatol Ther*, 2021, 34(2): e14840.
- [6] GBD 2016 DALYs and HALE Collaborators. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 333 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [J]. *Lancet*, 2017, 390(10100): 1260-1344.
- [7] DANIELSEN K, OLSEN A O, WILSGAARD T, et al. Is the prevalence of psoriasis increasing? A 30-year follow-up of a population-based cohort [J]. *Br J Dermatol*, 2013, 168(6): 1303-1310.
- [8] DONG WL, AN J, YU M, et al. The prevalence and year lived with disability of atopic dermatitis in China: findings from the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. *World Allergy Organ J*, 2021, 14(11): 100604.
- [9] 全国银屑病流行病学调查组, 邵长庚, 张国威, 等. 全国1984年银屑病流行病学调查报告 [J]. *皮肤病与性病*, 1989, 11(1): 60-72.
National Psoriasis Epidemic Investigation Group, SHAO CG, ZHANG GW, et al. Report of epidemic investigation of psoriasis in China 1984 [J]. *J Dermatol Venereol*, 1989, 11(1): 60-72.
- [10] 李慧贤, 胡丽, 郑焱, 等. 基于全球疾病负担(GBD)大数据的中国银屑病流行病学负担分析 [J]. *中国皮肤性病学杂志*, 2021, 35(4): 386-392.
LI HX, HU L, ZHENG Y, et al. Analysis of the epidemiological burden of psoriasis in China based on the big data of Global Burden of Disease Study (GBD) [J]. *Chin J Dermatovenereol*, 2021, 35(4): 386-392.
- [11] PENG D, SUN J, WANG J, et al. Burden of skin disease-China, 1990-2019 [J]. *China CDC Wkly*, 2021, 3(22): 472-475.
- [12] ROBERTS W. Air pollution and skin disorders [J]. *Int J Womens Dermatol*, 2021, 7(1): 91-97.
- [13] KOOHGOLOI R, HUDSON L, NAIDOO K, et al. Bad air gets under your skin [J]. *Exp Dermatol*, 2017, 26(5): 384-387.
- [14] XU F, YAN S, WU M, et al. Ambient ozone pollution as a risk factor for skin disorders [J]. *Br J Dermatol*, 2011, 165(1): 224-225.
- [15] LAUGHTER MR, MAYMONE MB C, MASHAYEKHI S, et al. The global burden of atopic dermatitis: lessons from the Global Burden of Disease Study 1990-2017 [J]. *Br J Dermatol*, 2021, 184(2): 304-309.
- [16] World Allergy Organization (WAO). World Allergy Organization (WAO) white book on allergy: update 2013 [EB/OL]. [2022-01-05]. <http://www.worldallergy.org/UserFiles/file/WhiteBook2-2013-v8.pdf>.
- [17] SALVI SS, KUMAR A, PURI H, et al. Association between air pollution, body mass index, respiratory symptoms, and asthma among adolescent school children living in Delhi, India [J]. *Lung India*, 2021, 38(5): 408-415.
- [18] PARK S, HA KH, KIM TG, et al. Air pollution and risk of hospital outpatient visits for eczematous skin disorders in metropolitan cities of South Korea [J]. *Br J Dermatol*, 2021, 185(3): 641-644.
- [19] KATHURIA P, SILVERBERG JI. Association of pollution and climate with atopic eczema in US children [J]. *Pediatr Allergy Immunol*, 2016, 27(5): 478-485.
- [20] PATELLA V, FLORIO G, PALMIERI M, et al. Atopic dermatitis severity during exposure to air pollutants and weather changes with an Artificial Neural Network (ANN) analysis [J]. *Pediatr Allergy Immunol*, 2020, 31(8): 938-945.
- [21] GUO Q, LIANG F, TIAN L, et al. Ambient air pollution and the hospital outpatient visits for eczema and dermatitis in Beijing: a time-stratified case-crossover analysis [J]. *Environ Sci Process Impacts*, 2019, 21(1): 163-173.
- [22] ZHANG L, JING D, LU Q, et al. NO₂ exposure increases eczema outpatient visits in Guangzhou, China: an indication for hospital management [J]. *BMC Public Health*, 2021, 21(1): 506.
- [23] GUO Q, XIONG X, LIANG F, et al. The interactive effects between air pollution and meteorological factors on the hospital outpatient visits for atopic dermatitis in Beijing, China: a time-series analysis [J]. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2019, 33(12): 2362-2370.
- [24] WANG HL, SUN J, QIAN ZM, et al. Association between air pollution and atopic dermatitis in Guangzhou, China: modification by age and season [J]. *Br J Dermatol*, 2021, 184(6): 1068-1076.
- [25] LIU W, CAI J, HUANG C, et al. Associations of gestational and early life exposures to ambient air pollution with childhood atopic eczema in Shanghai, China [J]. *Sci Total Environ*, 2016, 572: 34-42.
- [26] YAO TC, HUANG HY, PAN WC, et al. Association of prenatal exposure to fine particulate matter pollution with childhood eczema [J]. *Allergy*, 2021, 76(7): 2241-2245.
- [27] ZUBERBIER T, ABERER W, ASERO R, et al. The EAACI/GA² LEN/EDF/WAO Guideline for the definition, classification, diagnosis, and management of urticaria: the 2013 revision and update [J]. *Allergy*, 2014, 69(7): 868-887.
- [28] Kousha T, Valacchi G. The air quality health index and emergency de-

- partment visits for urticaria in Windsor, Canada[J]. *J Toxicol Environ Health A*, 2015, 78(8): 524-533.
- [29] 李惠, 赵学良, 程芳, 等. 雾霾天气对荨麻疹就诊量和病情的影响[J]. *皮肤性病诊疗学杂志*, 2017, 24(2): 112-115.
- LI H, ZHAO XL, CHENG F, et al. Influence of haze weather on urticaria patients and illness[J]. *J Diagn Ther Dermatol-Venereol*, 2017, 24(2): 112-115.
- [30] 白瑶. 兰州市区主要气态污染物对荨麻疹日门诊人次的影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2020.
- BAI Y. Association of gaseous air pollutants and daily outpatient visits for urticaria in Lanzhou[D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2020.
- [31] 王巧伟. 北京地区环境空气污染物对每日荨麻疹门诊人次的短期影响[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2016.
- WANG Q W. Short-term effects of ambient air pollution on daily outpatient visits for urticaria in Beijing, China[D]. Hefei: Anhui Medical University, 2016.
- [32] 陈林姣, 涂绍忠, 张小敏, 等. 1990~2019年中国痤疮疾病负担变化的分析[J]. *中国循证医学杂志*, 2021, 21(11): 1252-1258.
- CHEN LJ, TU SZ, ZHANG XM, et al. Analysis of the change in disease burden of acne vulgaris in China from 1990 to 2019[J]. *Chin J Evidence-Based Med*, 2021, 21(11): 1252-1258.
- [33] HARPER JC. Acne vulgaris: what's new in our 40th year[J]. *J Am Acad Dermatol*, 2020, 82(2): 526-527.
- [34] EL HADDAD C, GERBAKA N E, HALLIT S, et al. Association between exposure to ambient air pollution and occurrence of inflammatory acne in the adult population[J]. *BMC Public Health*, 2021, 21(1): 1664.
- [35] LIU W, PAN X, VIERKÖTTER A, et al. A time-series study of the effect of air pollution on outpatient visits for acne vulgaris in Beijing[J]. *Skin Pharmacol Physiol*, 2018, 31(2): 107-113.
- [36] LI X, AN S J, LIU XL, et al. The association between short-term air pollution exposure and post-adolescent acne: the evidence from a time series analysis in Xi'an, China[J]. *Clin Cosmet Investig Dermatol*, 2021, 14: 723-731.
- [37] 尹沫涵, 石春蕊, 何苑, 等. 兰州市气态污染物对痤疮门诊就诊人次的影响[J]. *中国医学科学院学报*, 2021, 43(2): 180-187.
- YIN MH, SHI CR, HE Y, et al. Effect of gaseous pollutant concentration on the number of daily outpatient visits for Acne in Lanzhou[J]. *Acta Acad Med Sin*, 2021, 43(2): 180-187.
- [38] PARISI R, ISKANDAR IY K, KONTOPANTELIS E, et al. National, regional, and worldwide epidemiology of psoriasis: systematic analysis and modelling study[J]. *BMJ*, 2020, 369: m1590.
- [39] MICHAŁEK IM, LORING B, JOHN SM. A systematic review of worldwide epidemiology of psoriasis[J]. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2017, 31(2): 205-212.
- [40] ISKANDAR IY K, PARISI R, GRIFFITHS CE M, et al. Systematic review examining changes over time and variation in the incidence and prevalence of psoriasis by age and gender[J]. *Br J Dermatol*, 2021, 184(2): 243-258.
- [41] 夏元睿. 2015-2019年合肥市大气污染物对银屑病日门诊人数影响的时间序列研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2021.
- XIA Y R. Association between air pollutants and psoriasis daily outpatients in Hefei City from 2015 to 2019: a time series study[D]. Hefei: Anhui Medical University, 2021.
- [42] KRÄMER U, BEHRENDT H. Luftverschmutzung und atopisches Ekzem[J]. *Hautarzt*, 2019, 70(3): 169-184.
- [43] MANCEBO SE, WANG SQ. Recognizing the impact of ambient air pollution on skin health[J]. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2015, 29(12): 2326-2332.
- [44] LADEMANN J, SCHAEFER H, OTBERG N, et al. Penetration of microparticles into human skin[J]. *Hautarzt*, 2004, 55(12): 1117-1119.
- [45] 李永荷, 王旭英, 王巧伟, 等. 北京市某医院皮炎患者门诊量与空气污染的相关性研究[J]. *中华皮肤科杂志*, 2015, 48(12): 835-839.
- LI YH, WANG XY, WANG QW, et al. Association between air pollution and the number of outpatient visits for dermatitis in a hospital in Beijing city[J]. *Chin J Dermatol*, 2015, 48(12): 835-839.
- [46] CHEN LC, LIPPMANN M. Effects of metals within ambient air particulate matter (PM) on human health[J]. *Inhal Toxicol*, 2009, 21(1): 1-31.
- [47] FERNÁNDEZ-GALLEGO N, SÁNCHEZ-MADRID F, CIBRIAN D. Role of AHR ligands in skin homeostasis and cutaneous inflammation[J]. *Cells*, 2021, 10(11): 3176.
- [48] 陈浪, 赵川, 陈风格, 等. 石家庄市大气颗粒污染物浓度对儿童呼吸系统疾病门诊量的影响[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2018, 56(11): 68-75.
- CHEN L, ZHAO C, CHEN FG, et al. Effect of airborne particulates concentration on outpatient visits of respiratory diseases among children in Shijiazhuang City[J]. *J Shandong Univ (Health Sci)*, 2018, 56(11): 68-75.
- [49] BAEK JO, CHO J, ROH JY. Associations between ambient air pollution and medical care visits for atopic dermatitis[J]. *Environ Res*, 2021, 195: 110153.
- [50] JENEROWICZ D, SILNY W, DAŃCZAK-PAZDROWSKA A, et al. Environmental factors and allergic diseases[J]. *Ann Agric Environ Med*, 2012, 19(3): 475-481.
- [51] CHIESA FUXENCH ZC. Atopic dermatitis: disease background and risk factors [M]//FORTSON E A, FELDMAN S R, STOWD L C. Management of Atopic Dermatitis. Cham: Springer, 2017: 11-19.
- [52] KIM YM, KIM J, JUNG K, et al. The effects of particulate matter on atopic dermatitis symptoms are influenced by weather type: application of spatial synoptic classification (SSC)[J]. *Int J Hyg Environ Health*, 2018, 221(5): 823-829.
- [53] MUROTA H, YAMAGA K, ONO E, et al. Why does sweat lead to the development of itch in atopic dermatitis?[J]. *Exp Dermatol*, 2019, 28(12): 1416-1421.
- [54] ENGBRETSEN KA, JOHANSEN JD, KEZIC S, et al. The effect of environmental humidity and temperature on skin barrier function and dermatitis[J]. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2016, 30(2): 223-249.
- [55] HÜLS A, SUGIRI D, FUKS K, et al. Lentigine formation in Caucasian women: interaction between particulate matter and solar UVR[J]. *J Invest Dermatol*, 2019, 139(4): 974-976.
- [56] VALACCHI G, WEBER SU, LUU C, et al. Ozone potentiates vitamin E depletion by ultraviolet radiation in the murine stratum corneum[J]. *FEBS Lett*, 2000, 466(1): 165-168.
- [57] BURKE KE, WEI H. Synergistic damage by UVA radiation and pollutants[J]. *Toxicol Ind Health*, 2009, 25(4/5): 219-224.
- [58] 丁国香, 刘承晓. 合肥紫外线辐射强度与空气质量的关系研究[J]. *环境科学与技术*, 2014, 37(S2): 378-381.
- DING GX, LIU CX. Relationship between surface UV radiation and air quality in Hefei[J]. *Environ Sci Technol*, 2014, 37(S2): 378-381.
- [59] 甄雅贤, 刘玮. 环境空气污染与皮肤健康[J]. *中华皮肤科杂志*, 2015, 48(1): 67-70.
- ZHEN YX, LIU W. Ambient air pollution and skin health[J]. *Chin J Dermatol*, 2015, 48(1): 67-70.
- [60] CECCHI L, D'AMATO G, ANNESI-MAESANO I. External exposome and allergic respiratory and skin diseases[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2018, 141(3): 846-857.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 汪源)