

我国气传花粉大气生物学研究进展及挑战

王良录

中国医学科学院/北京协和医学院/北京协和医院变态(过敏)反应科, 过敏性疾病精准诊疗研究北京市重点实验室, 国家皮肤与免疫疾病临床医学研究中心, 北京 100730

E-mail: wanglianglu@sina.com

大气生物学是研究大气中所存在生物及其与大气环境相互作用的学科, 涵盖微生物、孢子、花粉等生物成分在大气中的分布、传播及对生态系统及人类健康的影响。气传花粉是最重要的气传变应原之一, 可引发人群花粉症流行。花粉症是指具有特异质(atopy)即特异性遗传素质的患者吸入其特异的致敏气传花粉后, 由致敏花粉特异性免疫球蛋白E (specific IgE, sIgE)介导的变态反应非特异性炎症及其引发的以变应性鼻结膜炎、哮喘为主的一系列临床症状, 花粉症的症状具有非常明显的时间性和地区性, 且其发作及严重程度易受某些气象学参数的影响。

1 我国花粉变态反应流行病学

花粉变态反应是我国北方地区变应性鼻结膜炎、哮喘最常见病因之一, 王学艳团队^[1]在内蒙古自治区六个抽样点所进行的流行病学调查结果显示, 花粉变应性鼻炎的确诊人群患病率高达18.5%。花粉变应性鼻炎、哮喘的临床特点之一是青壮年起病。尹佳等人^[2]对1096例夏秋季花粉症的临床特点进行了总结, 结果显示: 夏秋季花粉变应性鼻炎的高发年龄段为15~34岁; 哮喘的高发年龄段为25~44岁; 作者在陕西省神木县(现为市)所进行的同类研究结果显示: 该地区夏秋季花粉变应性鼻结膜炎、支气管哮喘的高发年龄段分别为10~19、20~39岁。夏秋季花粉症的发病高峰为青壮年, 且每年症状持续时间可长达2~3个月^[3], 严重影响患者生活及工作、学习效率, 已成为困扰当地群众的突出社会医学问题, 并引起了当地政府、医疗行政部门及医院的高度重视。

2 我国气传花粉大气生物学研究的历史及现状

要提高花粉变态反应的诊断、治疗及相关临床基础研究水平, 首先要明确所在地区的主要气传(特别是致敏)花粉的种类及其季节分布、与气象学要素的关系。只有明确了所在地区的主要气传致敏花粉的种类、数量及季节分布, 才能



王良录

北京协和医院变态反应科主任医师, 教授。中华医学会变态反应学分会前主任委员、世界变态反应组织(WAO)执行委员会委员、中华预防医学会过敏病预防与控制专业委员会副主任委员、北京医学会变态反应专业委员会副主任委员、北京医师协会变态反应专科医师分会副会长。主要从事变态反应疾病的体外诊断、空气孢粉学、花粉症合并食物变态反应、真菌变态反应、药物过敏的临床及基础研究工作。

为该地区花粉变应性鼻结膜炎及支气管哮喘的特异性诊断(变应原检测)、免疫治疗方案的制订提供依据, 从而提高花粉变应性鼻结膜炎及支气管哮喘特异性诊断及免疫治疗水平, 提高精准度, 并为致敏花粉变应原的相关分子生物学、免疫学、有关组学等相关基础研究及(体内、体外)诊断试剂、免疫治疗生物制剂的研发乃至医药管理部门及相关政府部门的相关决策提供依据。

我国变态反应学科的创立是从花粉变态反应的临床及大气生物学研究起步的。自1956年北京协和医院变态(过敏)反应科建科伊始, 叶世泰、顾瑞金、乔秉善等前辈即率先通过疑似花粉症病例收集、全年每日空气花粉曝片、实地植被调研、采集可疑致敏花粉制备变应原提取液并行皮肤试验、结膜激发试验, 最后经鼻黏膜激发试验确证, 于1961年首次发现、证实并报道: 蒿属花粉是中国北方地区夏秋季花粉症的主要气传致敏花粉^[4]。20世纪80年代中后期, 由北京协和医院变态(过敏)反应科牵头, 在全国范围内共74个监测点开展了为期一年的第一届全国气传花粉调查, 调查结果于1991年总结出版了《中国气传致敏花粉调查》^[5]一书, 填补

引用格式: 王良录. 我国气传花粉大气生物学研究进展及挑战. 科学通报

Wang L. Progress and challenges in atmospheric biology research of airborne pollen in China (in Chinese). Chin Sci Bull, doi: 10.1360/CSB-2025-0262

了我国大气生物学气传花粉研究领域的空白。近30年来,作为改革开放的成果,随着我国社会经济的持续快速发展、城镇化及城市绿化速度的加快、绿化树种及栽培作物种类的改变、沙漠及半沙漠地区防风固沙以及外来有害植物的入侵等,各地区气传花粉的种类、数量乃至播粉时间都有了显著的改变。北京协和医院变态(过敏)反应科团队的研究结果显示,1999~2007年与1983~1986年相比,北京城区气传花粉出现明显变化:虽然年均总量、所鉴定出花粉的种类变化不明显;但高峰时段出现明显变化:1983~1986年高峰期均为8~9月(夏秋季),3~4月(春季)次之,而2000~2007年高峰期均为3~4月(春季),花粉计数明显高于8~9月(夏秋季)。蒿属花粉计数占全年花粉计数的占比从42.91%下降至16.32%,而柏科、杨属花粉、白蜡树属计数占全年花粉计数的占比分别从4.16%、4.08%、2.03%上升至8.84%、7.80%、8.93%^[6]。昆明医科大学第一附属医院余咏梅教授团队^[7]的研究结果显示,2009年12月~2010年11月与1987~1989年气传花粉监测数据相比:新增气传花粉27种,原有18种气传花粉未见,柏科、雪松属花粉明显降低,桉属花粉明显增多。新增气传花粉中强致敏夏秋莠草花粉葎草属花粉所占比例较大,其全年花粉计数占比达1.84%,应引起关注。四川大学华西医院孟娟教授团队^[8]的研究结果显示,2018年3月1日~2019年2月28日与1984年气传花粉监测数据相比:全年花粉总量是1984年的约19倍,其中构属、柏科、大麻/葎草属花粉增多明显,分别约为1984年的82、63、15倍。春季花粉总量增多显著,是1984年同期花粉总量的约24倍;春季气传花粉的播散期由2月提前至1月,且由2~4月延长为1~5月。烟台毓璜顶医院孙月梅教授团队^[9]的研究结果显示,2021年1月1日~至2021年12月31日与2013~2014年气传花粉监测数据相比:全年气传花粉量增长5.13倍,春季花粉量增长6.9倍,高峰由3月推迟至5月;秋季花粉量增长2.73倍,高峰前移至8月,其中蒿属、大麻/葎草属、榆科、银杏、豚草属花粉分别增长了2.15、3.19、3.93、18.74及89倍。上述研究结果表明,30年前第一届全国气传花粉调查的结果已不能反映各地气传花粉的现状,难以作为当地变态反应及相关专科医生选择吸入变应原(体内、体外)检测项目及变应原特异性免疫治疗方案的依据,故我国气传花粉大气生物学研究亟待进一步深入。

3 我国气传花粉大气生物学研究与国外的差距及应对策略

在欧美、日本等变态反应学科发展较为先进的国家及地区,气传花粉监测已经成为变态反应专科的常规工作,已建成布局、密度较为合理的气传花粉监测网,绘制花粉地图及日历,并通过网络、新媒体向相关专业从业人员、花粉症患者提供气传花粉数据。早在20世纪80年代后期,欧洲就建立了欧洲气传变应原网络(European aeroallergen network, EAN)^[10],通过全欧洲的监测站点,实时收集气传花粉和真菌

孢子数据,评估浓度及其季节性变化,并通过专业网站<http://www.pollendiary.com>发布相关数据,为变应性鼻结膜炎及哮喘患者、相关专科医生及研究机构提供气传花粉、真菌孢子数据,为采取有效预防措施、指导诊断治疗及相关基础、临床及流行病学研究提供科学依据。目前德国巴伐利亚州的电子花粉信息网络(electronic pollen information network, ePIN)可在3小时内向公众免费实时发布相关气传花粉数据^[11]。

近些年来,我国各地变态反应专业同道也积极开展了气传花粉监测研究,结果发表在《中华临床免疫和变态反应杂志》等相关专业杂志,并在变态反应专业学术会议上进行了广泛交流。首都医科大学附属北京世纪坛医院王学艳教授首创的花粉变应性疾病“五位一体”精准防控体系已在内蒙古、新疆、北京、河北、辽宁、山东等地得到了推广并得到了当地政府的大力支持,“五位一体”精准防控体系中非常重要的一项内容就是当地气传花粉监测。首都医科大学附属北京同仁医院团队^[12]已在全国部分省地两级构建了气传花粉监测网,并与当地气象部门合作,向社会提供初步花粉日报,并编写、发表了相关专家共识。北京协和医院变态(过敏)反应科团队也正在开展第二届全国气传花粉调查工作。

近年来我国气传花粉大气生物学研究虽然取得了长足的进步,但仍远远不能满足广大花粉变态反应疾病患者及该领域临床医生、基础研究人员乃至医政管理及相关政府部门的需求。我国气传花粉大气生物学研究的方法较为单一,主要为传统的气传花粉监测、流行病学调查等研究,缺乏多学科交叉研究。如气传花粉的播散机制、气传花粉与气候变化的相互作用、气传花粉与环境污染的关系等研究仍较为薄弱或尚为空白。此外气传(致敏)花粉的分子生物学、基因组学等前沿科学领域的研究也相对滞后,尚不能与国际先进水平接轨。气传花粉大气生物学涉及生态学、气象学、医学、环境科学等多个学科领域,需要跨学科、跨部门的协同合作。我国气传花粉大气生物学研究亟需加强相关基础研究,构建系统性、长期性的研究体系。首先,应加强对各地气传花粉的分布规律、播散机制及其与气候变化、环境污染关系等交叉研究,积累长期、系统基础研究数据。为此应加大气传花粉监测网点的建设力度,扩大监测网络的覆盖范围、提升监测水平,引入先进自动化监测设备和大数据分析技术,提高监测数据的准确性和时效性。同时应建立、健全监测数据的开放、共享机制(包括花粉季节为花粉症患者及家属提供花粉日报、预报、地图及日历),为全国性的气传花粉大气生物学提供坚实的数据支撑。希望国家能加大对气传花粉大气生物学的支持力度(包括政策、资金支持),特别是基础研究、气传花粉监测网建设、多学科交叉研究等领域。同时应加强国际交流、合作,借鉴欧美国家的先进经验和先进技术,提升我国气传花粉大气生物学的水平,积极参与国际气传花粉大气生物学研究项目,推动我国气传花粉大气生物学研究的

国际化进程。

4 总结

我国气传花粉大气生物学研究仍存在诸多不足，亟需加强。今后应通过加强相关基础研究、完善气传花粉监测网

络、推动多学科交叉研究、加大政策支持力度等措施，进一步推动我国气传花粉大气生物学研究。我国气传花粉大气生物学研究必将迎来新的发展机遇，为应对快速增长的花粉变态反应疾病患者的临床需求及公共卫生、环境变化的挑战提供科学支撑。

致谢 感谢中央高水平医院临床科研专项(2022-PUMCH-B-089)资助。

推荐阅读文献

- 1 Wang X, Ma T, Wang X, et al. Prevalence of pollen-induced allergic rhinitis with high pollen exposure in grasslands of northern China. *Allergy*, 2018, 73: 1232–1243
- 2 Yin J, Yue F M, Wang L L, et al. Nature course from rhinitis to asthma in the patients with summer autumnal pollinosis: a clinical study of 1096 patients (in Chinese). *Natl Med J China*, 2005, 86: 1628–1632 [尹佳, 岳凤敏, 王良录, 等. 夏秋季花粉症患者变应性鼻炎发展至变应性哮喘进程的临床研究. *中华医学杂志*, 2005, 86: 1628–1632]
- 3 Niu Y L, Guan K, Gu J Q, et al. Clinical characteristics of patients with summer-autumnal pollinosis in Shenmu County, Shaanxi Province (in Chinese). *Chin J Allergy Clin Immunol*, 2016, 10: 91–96 [牛永亮, 关凯, 顾建青, 等. 陕西省神木县夏秋季花粉症患者的临床特征. *中华临床免疫和变态反应杂志*, 2016, 10: 91–96]
- 4 Tang R, Wang L L, Yin J, et al. History of hay fever in China (in Chinese). *Sci Sin-Vitae*, 2021, 51: 901–907 [汤蕊, 王良录, 尹佳, 等. 花粉症的中国历程. *中国科学: 生命科学*, 2021: 51: 901–907]
- 5 The Leading Group for National Survey of Airborne and Allergenic Pollen in China. A National Survey of Airborne and Allergenic Pollen in China (in Chinese). Beijing: Beijing Publishing House, 1991 [中国气传致敏花粉调查领导小组. 中国气传致敏花粉调查. 北京: 北京出版社, 1991]
- 6 He H J, Wang L L, Zhang H Y. Analysis of airborne pollen in Beijing urban area (in Chinese). *Chin J Allergy Clin Immunol*, 2008, 3: 179–183 [何海娟, 王良录, 张宏誉. 北京城区空气中花粉分析. *中华临床免疫和变态反应杂志*, 2008, 3: 179–183]
- 7 Zhao X Y, Yu Y M, Qiu J W, et al. Analysis of airborne pollens in Kunming city (in Chinese). *Chin J Allergy Clin Immunol*, 2015, 9: 81–84 [赵筱扬, 余咏梅, 邱吉蔚, 等. 昆明市气传花粉监测. *中华临床免疫和变态反应杂志*, 2015, 9: 81–84]
- 8 Xiao H, Zhang H T, Jia Q R, et al. Monitoring of airborne pollens in urban area of Chengdu City, Sichuan Province (in Chinese). *Chin J Allergy Clin Immunol*, 2020, 14: 99–104 [肖浩, 张虹婷, 贾巧茹, 等. 四川省成都市城区气传花粉监测. *中华临床免疫和变态反应杂志*, 2020, 14: 99–104]
- 9 He N, Xing H Y, Wang S Y, et al. Investigation on airborne pollen in the central urban area of Yantai (in Chinese). *Chin J Allergy Clin Immunol*, 2023, 17: 329–334 [贺宁, 邢海燕, 王淑云, 等. 烟台市中心城区气传花粉调查. *中华临床免疫和变态反应杂志*, 2023, 17: 329–334]
- 10 Rantio Lehtimäki A. Aerobiology of pollen and pollen antigens. In: Cox C S, Wathes C M, eds. *Bioaerosols Handbook*. Florida: CRC Press, 1995. 387–406
- 11 Kutzora S, Strasser A, Grenzebach K, et al. Establishment, operation and development of the electronic Pollen Information Network (ePIN) in Bavaria, Germany. *Sci Rep*, 2025, 15: 12360
- 12 Ouyang Y H, Ning H Y, Chen J G, et al. Experts consensus on sensitized airborne pollen monitoring (in Chinese). *Chin J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*, 2025, 60: 387–393 [欧阳昱晖, 宁慧宇, 陈敬国, 等. 气传致敏花粉监测专家共识. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2025, 60: 387–393]

Summary for “我国气传花粉大气生物学研究进展及挑战”

Progress and challenges in atmospheric biology research of airborne pollen in China

Lianglu Wang

National Clinical Research Center for Dermatologic and Immunologic Diseases (NCRC-DID), Beijing Key Laboratory of Precision Medicine for Diagnosis and Treatment of Allergic Diseases, Department of Allergy, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

E-mail: wanglianglu@sina.com

Pollen allergy is one of the most common causes of allergic rhino conjunctivitis and bronchial asthma in Northern China. Data of epidemiological survey from Inner Mongolia Autonomous Region demonstrated that the confirmed prevalence of pollen-induced allergic rhinitis can be as high as 18.5%. The peak age range of pollinosis patients is 10–44 years (young and middle-aged adults). Symptoms can last for 2–3 months during summer and autumn pollen seasons each year, severely affecting patients' quality of life, work efficiency, and academic performance, which makes it a prominent socio-medical issue. As early as the mid-to-late 1980s, the Department of Allergy, Peking Union Medical College Hospital, finished an annual nationwide survey on airborne pollens, conducting a year-long continuous monitoring in 74 monitoring sites in China. The major species and seasonal distribution patterns of airborne pollen in different regions were preliminarily identified in this study. However, over the past 30 years, with rapid socioeconomic and continuous development, acceleration of urbanization and urban greening, changes in afforestation tree species and cultivated crop varieties, windbreak and sand fixation efforts and invasion of foreign harmful plants, the species and quantities of airborne pollens have undergone significant changes across different regions over the past three decades. The results of the first national airborne pollen survey conducted three decades ago no longer accurately reflect the current status of airborne pollen in various regions. Consequently, they cannot serve as a scientific basis for selecting inhaled allergen test panel (*in vivo* or *in vitro*) or formulating allergen-specific immunotherapy (AIT) regimens. In countries and regions with advanced allergology, such as European countries U.S., and Japan, airborne pollen monitoring has become a routine practice in allergy clinics. Well-distributed and appropriately dense airborne pollen monitoring networks have been established in these regions, while pollen maps and calendars have been edited, and real-time airborne pollen data can be provided to healthcare professionals and pollinosis patients via online platforms and new media. Therefore, it is imperative to vigorously strengthen research on aerobiology of airborne pollens in China, establish a well-distributed and appropriately dense national monitoring network of airborne pollen for routine airborne pollen surveillance and simultaneously enhance related basic research, promote interdisciplinary studies and strengthen international exchange and cooperation, providing scientific basis to satisfy clinical requirements of rapidly increasing number of patients with pollinosis and to tackle challenges posed by public health and environmental changes. inthe the the

airborne pollen, aerobiology, pollinosis, airborne pollen monitoring

doi: [10.1360/CSB-2025-0262](https://doi.org/10.1360/CSB-2025-0262)