

空气致敏花粉污染研究进展

李 倩, 靳 颖, 华振玲, 刘家熙 *

(首都师范大学生命科学学院, 北京 100037)

摘要:对空气致敏花粉污染概念的提出, 空气致敏花粉污染的特点和影响因素, 花粉采集方法的改进以及空气致敏花粉污染的研究进展等方面进行了总结, 指出了研究中存在的问题, 并对研究前景进行了展望。

关键词:空气致敏花粉污染; 花粉症; 花粉采集器

Advances in airborne allergenic pollen

LI Qian, JIN Ying, HUA Zhen-Ling, LIU Jia-Xi * (College of Life Science, Capital Normal University, Beijing 100037, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(2): 334~338.

Abstract: Pollinosis, a pollen-related disease, is caused by airborne allergenic pollens from certain plants. The prevalence of pollinosis has happened in recent decades. In order to prevent pollinosis, it is of great importance to do the research on airborne allergenic pollen. The advances in airborne allergenic pollen are briefly reviewed in this article pertaining to five aspects of the topic. Firstly, the concept of airborne allergenic pollen was introduced. Secondly, the characters and influential factors of airborne allergenic pollen were summarized. Airborne allergenic pollen has territorial and seasonal characters. There are some influential factors such as the type and quantity of allergenic pollen, ecological factors and contrived factors. Thirdly, the paper elaborated the improvements of pollen collectors. Several primary pollen collectors were described and compared here. For example, Burkard spore trap is based upon the same principle as the Hirst device, but the former allows uninterrupted sampling through seven days. Fourthly, the advances in airborne allergenic pollen were concluded from four different research fields. Some researchers investigated airborne allergenic pollen and several types of airborne allergenic pollen were identified. It is also very important for researchers to study pollen of different allergenic plants, to extract the substances out of them that cause pollinosis and to produce allergenic medicaments in diagnostic and medical senses. Other studies revealed the correlation between allergenic pollen and air pollution. One of these studies showed that the pollutants seem to make the surface of the exine more fragile, so triggering a mucosal reaction, making them more exposed to pollen allergens. At the same time, people took several precautionary measures, e. g. pollen forecast, to prevent the prevalence of pollinosis. There are many different remedies about pollinosis, among which there is a so-called immunotherapy. Fifthly, some problems about the study on airborne allergenic pollen and related resolutions were brought forward in the paper. Although there are many problems of study on airborne allergic pollen unsolved, the prospects of study on airborne allergic pollen is very brilliant.

Key words: airborne allergenic pollen; pollinosis; pollen collectors

文章编号: 1000-0933(2005)02-0334-05 中图分类号: Q948 文献标识码: A

空气致敏花粉污染是空气污染的一个重要方面。空气致敏花粉污染引起的疾病称为花粉症, 即花粉过敏反应。花粉过敏反应在所有过敏性反应中是最重要和最常见的^[1]。有关资料表明, 近年来花粉症的发病率有上升趋势, 它危及人类的健康, 加重社会的负担, 因此空气致敏花粉污染问题已成为人们必须关注和解决的问题。开展空气致敏花粉污染的基础研究工作是非常

基金项目: 北京市自然科学基金资助项目(8022007); 北京市教委资助项目

收稿日期: 2003-10-17; 修订日期: 2004-06-03

作者简介: 李倩(1980~), 女, 山东临沂人, 硕士生, 主要从事空气花粉污染研究。E-mail: liqian20012001@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence.

Foundation item: Beijing Natural Science Foundation(No. 8022007) and Beijing Municipal Commission of Education

Received date: 2003-10-17; Accepted date: 2004-06-03

Biography: LI Qian, Master candidate, mainly engaged in pollen pollution. E-mail: Liu-Jiaxi@263.net

重要的,不仅可以更好的预防花粉症发生、诊断花粉症患者,也可为城镇建设中绿化植物的合理配置提供参考依据。

1 空气致敏花粉污染概念的提出

公元 130~200 年,希腊医学家 Galen 在著作中提到,接触花草后可使病人喷嚏发作。后来,Ledelius,James Anhstin 及 Hunerwolff,Reidimus 等提出了由花味引起的病症玫瑰加答尔(rose catarrh)。1819 年,英国 John Bostock 提出花引起的过敏病症“夏季加答尔”,并在 1828 年改名为枯草热(hay fever)。John Bostock、Gorden,J. Ellioston 分别阐明枯草热是由花粉引起的,B. Blackely 在 1873 年以实验证实了这一观点^[2]。“致敏花粉是空气污染物之一”的观点是由美国 Stanley 和 Linskins 于 1974 年提出的^[3],这一观点在 1981 年美国耶鲁大学森林学家 William H. Smith 的著作中也有阐述^[4]。1992 年,中国贵州科学院廖凤林提出了“致敏花粉含量达到一定程度,以至于危害人体健康,使人群中花粉症发病率达 0.05% 以上的空气状况,称之为花粉污染”的概念^[5]。

2 空气致敏花粉污染的特点及影响因素

空气致敏花粉污染主要有两大特点:区域性与季节性。在不同地区,由于花粉污染源植物不同引起空气致敏花粉的种类和含量出现差异。例如,位于华北平原的北京和山东省禹城最主要的致敏花粉是蒿属和禾本科花粉,属于夏秋型致敏花粉;而位于亚热带气候区的湖南省桃源县主要的致敏花粉是春季型的杉属、夏秋型的大麻属和蒿属花粉^[6]。在不同季节,开花植物的种类、数量和开花期直接影响到大气中的花粉浓度,Badya, KK 等的研究也说明了这一点^[7]。通常认为致敏花粉的种类在春季以木本植物花粉为主,在夏季以牧草类和禾本科作物的花粉居多,而秋季则以杂草类花粉或称莠类花粉最多。通过调查得知与豚草同属于野生菊科杂草的蒿属植物的花粉是我国重要的致敏花粉,致敏性很高,每年立秋至寒露季节在空气中含量高,有大量病人发病,尤其北方地区发病率高,花粉污染程度高^[2]。相反,致敏性低的松属花粉对花粉污染的程度影响不大。一般来说,在木本、草类和莠类植物中,莠类植物的花粉致敏性最强,草类花粉次之,木本植物花粉的致敏性弱,因此花粉污染与空气中致敏花粉的种类和含量是密切相关的。致敏花粉在空气中的含量与散布规律有关,致敏花粉有如下特点:风媒花,花小,花粉量大,花粉质量轻,因此风力、温度等自然条件可影响花粉的播散,从而也影响了花粉症的发病情况和严重程度。此外,建筑群的分布,人群活动密集度等因素也对花粉污染的程度有一定的影响。一般情况下,人口密集的城市的花粉污染程度高于农村的花粉污染程度。

3 花粉采集方法的改进

开展空气致敏花粉污染的研究,进行气传致敏花粉的调查,首先要解决花粉的采集问题。花粉采集方法的优劣,关系着花粉污染指标的科学性和客观性。所以自 1873 年以来,国外出现了各种各样的花粉收集器,它们具有各自的特点,而且越来越先进。主要有以下几种:

(1)1873 年,Blackely 发明的花粉收集器中最有效的一种是:把涂有粘附剂的载玻片竖直封在一风标上,随着风标转动,大气中花粉等颗粒粘在涂有粘附剂的载玻片上,每隔 24h,更换载玻片,然后在光镜下观察鉴定和统计载玻片上粘着的花粉类型与数量^[8]。

(2)1943 年,美国 Durham 提出了标准的重力收集方法。这种方法的原理是:水平固封的载玻片上覆盖着一层粘附物质,花粉由于重力作用而被粘附。这种方法对于大小小于 20um 的花粉来说非常有效,但是不利于孢子与太小的花粉(如栗属、荨麻科花粉),它们常常飞过载玻片而不能被粘住^[9]。利用这种方法收集花粉的缺点是:花粉的沉积随着风速的增强而减弱。而且这种取样器支架高度不足 1m,不能放到较高的空旷通风处,由于玻片离地太近,易沉积大量灰尘而影响观察,其玻片用金属槽固定,装卸困难,玻片太厚则难以插入,太薄则易在槽中滑动。

(2)W. A. Perkins 后来发明了第一个旋转杆(Rotorod)收集器,后在 1957 年,Metrónic 把这种设备进一步设计为间歇性使用的仪器,这种收集器在美国仍广泛使用。这种收集器有 2 个细长的杆覆盖着粘附介质,并且以与电扇同样的方式旋转,但是断续的。这种方法的缺点是:对于大小小于 10um 的颗粒来说收集效果不理想,当越来越多的颗粒粘附在取样器的臂上时,它的收集能力会降低^[10]。

(4)J. M. Hirst 在 1952 年发明了第一台通风收集器。这种设备有一个气室,以 10 L/min 的流速通过一个大小为 14×2mm² 的裂缝,当整个装置被固封在一个气阀上时,此裂缝始终是迎风的,来自裂缝的气流直达一竖直的、涂有粘附剂的载玻片,载玻片以 2 mm²/h 的速度相对于裂缝移动^[11]。Hirst 装置与 Rotorod 装置相比的优点是:可高效收集大小小于 10μm 的颗粒,而且它的收集能力并不随时间而降低。Rotorod 和 Hirst 收集器(体积的)与 Durham 收集器(重力的)相比的优点是:可以准确的测量收集的气体体积。

(5)在 20 世纪 70 年代,法国的 Pierre Cour 研制了一种成本低的花粉收集器。这种仪器由两个垂直的面积为 400cm² 的过滤网框和一风标组成。过滤网由涂有硅油的 5 层纱布组成。该仪器有一活动的旋转轴,可随风转动。风标保证过滤网框始终处于迎风的位置,当过滤网框转动时,气流可透过滤网孔,而大气中的花粉等颗粒物质可随气流被吸附在纱网上。这种仪器以风为动力,成本低,可在 1a 内连续采集花粉,使用周期长,而且采集到的花粉量大,在实验室用化学方法处理后,做成玻片可供镜

检、鉴定、统计^[12]。

(6)在 20 世纪 70 年代后期,Burkard 公司发明了一种新型的体积孢粉收集器。这是一种基于 Hirst 原理的采集器,改进后的特点是:花粉粘附在一条 345 mm² 的带上,而不是 76 mm² 的载玻片上,每 7d 取 1 次样,而不是每 24h 取 1 次样,从而大大减少了工作量^[13]。

在国内,叶世泰在 1971 年设计了 3 种花粉收集器。一种是用悬挂滑车升降原理设计的,可高悬于空旷通风处,减少尘埃沉积载玻片的机会,取样方便,依靠滑车升降换片,而且载玻片底座用弹簧固定,易于换片。另外两种属于小型轻便移动式取样器,可放在不同地点进行花粉取样,也可随身携带进行花粉采样^[2]。

4 空气致敏花粉污染的研究进展

对于空气致敏花粉污染的研究,国内外都有报道。空气致敏花粉污染研究工作在以下 4 个方面取得了显著的进展。

4.1 调查气传致敏花粉,确定致敏花粉的类型

在进行致敏花粉的调查,确定致敏花粉的类型方面,国内外做了大量的工作。前苏联科佐-坡朗斯基提出引起枯草热花粉病的植物名录^[14]。随着空气孢粉学研究方法的革新,法国进入领先地位。以法国孢粉学家为首的国际研究组,通过调查研究,发现在欧洲的致敏花粉有禾本科、桑科的一些属,还有车前属、悬铃木属、桦属、荨麻属、构树属和白蜡树等的花粉^[15]。1989 年,意大利的 D'Amato G 调查了处于地中海那不勒斯地区的致敏花粉主要是墙草属,其次是禾草,木犀榄属和艾蒿的花粉^[16]。1997 年,Kosisky 等报道了美国华盛顿哥伦比亚区树木优势气传致敏花粉调查结果,其中橡树花粉计数 50% 以上,其次为松科、柏科、桑科、桦树等的花粉^[17]。1999 年,Garcia-Gonzalez JJ 等利用 Burkard 捕孢器收集蓖麻花粉,通过研究表明蓖麻花粉的确是一种可引起呼吸道病症(主要是鼻)的致敏原^[18]。2002 年,瑞典的 Ferreiro M 等确定了 Coruna 城的主要致敏花粉类型有:禾本科、车前属、藜属和墙草属的花粉^[19]。此外,日本的 Kishikawa R^[20]和 Narita S^[21]等在空气致敏花粉调查方面也做了大量的工作。其他许多学者如 Malik P^[22],Gonzalez Minero FJ 等^[23],Mezei G 等^[24],Novey H. S. 等^[25],Papageorgiou PS^[26]也做了相应的工作,调查并确定了致敏花粉的类型。在国内,1961~1982 年,医务人员与科研部门合作,在 10 个省市进行空气致敏花粉污染的研究,收集到 100 多种常见的致敏花粉^[1]。郑卓 1994 年采用 Cour 风标式花粉收集器对中山大学校园内大气中的孢子花粉进行调查,确定了广州地区致敏花粉的主要类型,春季主要有桑科、马尾松、木麻黄、桉属等的花粉,秋季主要有禾本科、莎草科、藜科和苋科、蒿属等的花粉^[27]。近些年来,黄赐璇、陈志清等和法国 P. Cour 共同合作,1992~1994 年,在北京市、山东省禹城市、湖南省桃源县采集花粉,进行花粉污染研究,总结了上述地区的主要致敏花粉类型^[6]。与此同时,廖凤林对贵阳市花粉污染进行研究,得出了蒿属、藜属、禾本科和悬铃木是贵阳市的主要花粉污染源^[5]。1998 年,杨炯等调查得出武昌地区春季主要致敏花粉是悬铃木属的花粉,夏秋季主要致敏花粉是蒿属、豚草属、草属的花粉^[28]。此外,国内其他学者针对不同地区的花粉污染也开展了一些研究工作。

4.2 花粉致敏蛋白的研究

花粉致敏反应主要是由于花粉内壁或外壁上的特殊蛋白引起的,为了寻找及深入研究各种致敏花粉的致敏蛋白,国内外也有许多学者从事此方面的研究工作。这些致敏蛋白与多数酶的分子量类似:10~70KDa。自从 1963 年美籍华人 T. P. King 对北美主要的致敏花粉豚草花粉初步分离与提纯以来,国内外已分析了梯牧草、蒿属、柏树等 10 余种花粉变应原蛋白成分,某些花粉变应原已分析至氨基酸甚至基因序列^[29]。例如,桦树花粉的主要致敏蛋白是 Bet v1,而且处于 112 位置的丝氨酸残基在致敏中起关键作用;又如禾草花粉的一种致敏蛋白 Lolp1(Group1)的成熟形式含有 240 个氨基酸,分子量是 26.6KDa。在靠近 C 末端的 26 个氨基酸序列表现出对 IgE 的强的结合性,蛋白序列富含甘氨酸和赖氨酸,在成熟蛋白疏水区的 9~11 的残基处还有一个单一的潜在的 N 端糖基化位点^[30]。豚草花粉含 20 余种蛋白成分,其中最主要的致敏蛋白是 AgE、Agk,二者均为酸性蛋白,前者的分子量为 37KD,后者为 38.2KD。1995 年,Pilyavskaya 等又报道了豚草花粉的又一新的过敏原 AaBA,其分子量为 36.5KD,等电点为 8.65,氨基酸序列近似于 AgK^[31]。在过去的几年中,国外已完成了 30 多种花粉过敏原的 cDNA 测序^[32]。

4.3 大气污染与空气致敏花粉污染关系的研究

1993 年,Obtulowicz K 研究得出大气污染物如硫氧化物、臭氧、悬在空中的无机物或有机物颗粒物等能通过依赖或不依赖于 IgE 抗体的机制增强呼吸道的反应性,通过刺激呼吸道和皮肤而增强花粉进入人体的渗透性,而且大气污染也可通过直接影响花粉粒来增强花粉过敏反应^[33]。1997 年,德国的 Behrendt H 等研究发现花粉暴露于空气中的微颗粒中可引起形态变化并使花粉释放出更多的过敏原^[34]。1998 年,Peltre G 以实验表明,当暴露于污染物中,花粉致敏性会增加,大气污染物更易使花粉外壁破碎,从而引发 mucosal 反应,易暴露出花粉致敏原^[35]。2001 年,Riediker M 等通过实验得出以下结论:花粉致敏引起的鼻结膜炎病症与污染物(氮氧化物、小于 10 μ m 的微粒、臭氧)的水平是有联系的,表明鼻结膜炎组织在持续发炎期间对刺激非常敏感,这种致敏性在特定区域可能随着大气污染水平的提高而提高^[36]。其他学者如 Ito H 等^[37]和 Pauli G 等^[38]也做了大量关于大气污染与空气致敏花粉污染关系的研究工作。

4.4 花粉症防治措施的研究

国外许多国家已有专门的机构,通过空气中花粉种类及含量的调查,确定能引起人体过敏的花粉的传粉时间、传播途径和分布范围,然后进行早期预报,从而防止花粉症的流行,美国、日本等国家在这方面作了大量的工作,成绩十分显著。1977年,Stix E 通过考虑各种生态因子进行有效的花粉预报^[39]。我国北京等大城市在空气质量播报中已有花粉周报。在城镇绿化植物的合理选择与配置上也逐渐注意和考虑到尽量减少花粉污染的问题,从而也起到了防治花粉症的作用。在治疗方法中的免疫治疗方法和特异性脱敏治疗方法,总效率高,值得临床推广使用。Horak F 和 Varney V 以实验研究了免疫疗法的有效性^[40,41]。目前,随着分子生物学技术的发展和运用,许多科研人员正致力于花粉过敏新药的研究。

5 存在问题及展望

空气致敏花粉污染的研究存在着一些问题。其中提高空气中花粉采集方法的科学性和花粉鉴定的准确性是主要的问题。根据实际需要和条件的不同,应尽量采取合适的和科学的采集方法。此外,花粉采集器所处位置和高度也会影响空气中致敏花粉污染的研究结果。花粉采集器应该远离附近的高大建筑物和其它障碍,远离树木或其它的花粉污染源植物,尽量做到准确反应空气中的花粉含量。在鉴定花粉类型时,来自不同的种、属甚至科的花粉表现出相似性,在光镜下难以区分,对于难以区分的科属种的鉴定工作有必要提高到扫描电镜的水平。采用先进的 Pierre Cour 风标花粉采集器,结合光镜与电镜鉴定花粉,综合考虑各种生态因子影响因素,努力做到研究的科学性,力求为北京市花粉污染的防治提供科学依据。

我国空气致敏花粉污染的研究工作自 20 世纪 60 年代初起步,虽然取得了一定的成绩,但仍有许多问题有待解决:科研机构少而且不健全;技术力量缺乏;政府重视程度不够;经费少等等。在花粉污染研究的成果应用上也存在问题。如在绿化选择树种时,没有考虑到绿化后植被的改变是否会导致空气中致敏花粉污染的加重。例如自 20 世纪 50 年代至今,悬铃木属一直作为我国武汉地区的主要绿化树种,其花粉是春季主要致敏花粉,从而使近几年花粉症发病率升高。因此,绿化树种“应会同当地变态反应学界,共同选择树种、草种,方能制定出符合当地需要的最佳绿化方案”^[42]。绿化树种的选择应尽量避免选用花粉量大、抗原性强、致敏率高和散播范围广的植物。对其他属于花粉污染源植物的重要经济树种,要限制种植数量,远离人群活动中心。对已经造成严重花粉污染的花粉污染源植物,应采取综合措施综合治理,防止进一步的危害。又如我国的空气花粉预报工作刚刚开始,缺少空气花粉变化规律的历史记录,只能进行花粉浓度的实报工作和简单的趋势预报。为了开展准确的预报工作,需要有专门的观测站进行长期连续观察,积累空气花粉变化规律。

从空气致敏花粉污染研究现状看,空气致敏花粉污染研究的前景还是非常广阔的。许多未知的花粉污染源植物将会被确定。随着致敏花粉抗原的提纯工作的深入开展,今后将会有更多的致敏花粉决定簇被提取出来,将会更精确的对花粉症病人进行特异性诊断与治疗。对花粉病患者的治疗方面,将会研制出更多的疗效好、副作用小的药物。特别是随着分子生物学的不断发展,将其技术和手段运用于空气中致敏花粉污染的研究,致敏花粉的种类和花粉抗原性的精确测定以及防治措施将会取得突破性的进展。

References:

- [1] Shi R, Zhang J T, Zhu R Q. *Pollinosis*. Beijing: People Health Press, 1984. 20~32.
- [2] Ye S T, Zhang J T, Qiao B S, et al. *Airborne and allergenic pollen grains in China*. Beijing: Scientific Press, 1998. 1~3.
- [3] Smith W H. *Air Pollution and Forests: Interactions between air contaminants and forest ecosystem*. Springer-Verlag, New York, 1981. 41~42.
- [4] Stanley, R G and H F. *Lenokens Pollen Biology chemistry management*. Springer-Verlag, New York, 1974.
- [5] Liao F L. Pollen Pollutin of Urban Garden Virescence. *Urban Environment and Urban Ecology*, 1992, **4**(2): 21~25.
- [6] Huang C X, Pierre COUR. A tentative study of pollen rain in eastern China. *Geographical Research*, 2001, **20**(1): 24~30.
- [7] Badya, K K, Pasha, M K. A pollen calendar for Chittagong University Campus, Chittagong (Bangladesh). *Aerobiologia*, 1991, **7**: 62.
- [8] Blackely CH. *Experimental Researches on the Nature and Causes of Catarrhus Aestivus*. Londrès: Bailliere, Tindal & Cox, 1873.
- [9] Durham O C. The Volumetric incidence of atmospheric allergens. I. Specific gravity of pollen grains. *Allergy*, 1943, **14**: 455.
- [10] Ogden EC, Raynor GS, Hayes JV. *Manual for sampling airborne pollen*. Nueva York: Hafner Press, 1974.
- [11] Hirst M. An automatic volumetric spore trap. *Ann. Appl. Biol.*, 1952, **39**: 257~265.
- [12] Pierre Cour. Nouvelles techniques de detection des flux et retombées polliniques : Etude de la sedimentation des pollens et spores a la surface de sol. *Pollen et Spores*, 1974, **16**(1): 103~141.
- [13] Subiza E, Subiza J, Jerez M. *Palinología*. En: *Tratado de Alergología e Inmunología Clínica*. Vol IV. Madrid: Luzán, 1986. 211~254.
- [14] И. М. Покровская, et al. *Pollen analysis*. translated by Wang F X et al. Beijing: Scientific Press, 1956. 6.
- [15] Huang C X, Chen Z Q. Aeropalyological study and its application in France. *Chinese Bulletin of Botany*, 1996, **13**(supplement): 7~11.
- [16] D'Amato G. Allergenic pollens in the Southern Mediterranean area. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1989, **83**(1): 116~122.
- [17] Kosiskis S, Edgington G B. Predominant tree aeroallergens of the Washington, DC area: a six year survey. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1997, **78**(4): 381~392.

- [18] Garcia-Gonzalez J J, Bartolome-Zavala B, Del Mar Trigo-Perez M, *et al.* Pollinosis to Ricinus communis (castor bean): an aerobiological, clinical and immuochemical study. *Clin. Exp. Allergy*, 1999, **29**(9): 1265~1275.
- [19] Ferreiro M, Dopazo A, Aira M F. Incidence of pollinosis in the city of A Coruna: correlation with aerobiological data. *J. Investig Allergol. Clin. Immunol.*, 2002, **12**(2): 124~129.
- [20] Narita S, Shirasaki H, Yamaya H, *et al.* The pollen survey and dynamic statistics of patients with allergic rhinitis in Hakodate. *Alerugi*, 2001, **50**(5): 473~80.
- [21] Kishikawa R. Pollinosis and airborne pollen in Fukuoka City. *Alerugi*, 1990, **39**(8): 684~95.
- [22] Malik P. Head-high, airborne pollen grains from different areas of metropolitan Delhi. *Allergy*, 1990, **45**(4): 298~305.
- [23] Gonzalez Minero F J, Candau Fernandez-Mensaue P. Variations of airborne summer pollen in southwestern Spain. *J. Investig Allergol. Clin. Immunol.*, 1994, **4**(6): 277~282.
- [24] Mezei G. Seasonal allergic rhinitis and pollen count (a 5-year survey in Budapest). *Orv. Heti*, 1995, **136**(32): 1721~1724.
- [25] Novey H S, Roth M, Wells I D. Mesquite pollen-an aeroallergen in asthma and allergic rhinitis. *J. Allergy. Clin. Immunol.*, 1977, **59**(5): 359~363.
- [26] Papageorgiou P S. Particularities of pollen allergies in Greece. *Pediatr. Pulmonol. Suppl.*, 1999, **18**: 168~171.
- [27] Zheng Z. A Primary Study on Airborne Pollen Grains on the Campus of Zhongshan University, Guangzhou. *Ecological Science*, 1994, 11~17.
- [28] Yang J, Hu S P, Zhong L H, *et al.* An Investigation into the Major Allergenic Pollens in Wuchang District, *Acta Academiae Medicinae Hubei*, 1998, **19**(1): 38~39.
- [29] Lauzurica P, Maruri N, Galocha B, *et al.* Olive pollen allergens II. Isolation and characterization of two major antigens. *Mol. Immunol.*, 1998, **25**(4): 337~344.
- [30] Knox B, Suphioglu C. Environmental and molecular biology of pollen allergens. *Trends in Plant Science*, 1996, **1**(5): 156~164.
- [31] Pilyavskaya A, Wiczorek M, Jones S W, *et al.* Isolaton and characterization of a new basic antigen from short ragweed pollen. *Mol. Immunol.*, 1995, **32**(7): 523~529.
- [32] Meng F X, Cheng Y L. Base and clinic of recombinative allergen. *Foreign Medical Science (section of Respiratory System)*, 1997, **17**(2): 80~84.
- [33] Obtulowicz K. Air pollution and pollen allergy. *Folia. Med. Cracov.*, 1993, **34**(1-4): 121~128.
- [34] Behrendt H, Becker WM, Fritzsche C, *et al.* Air pollution and allergy: experimental studies on modulation of allergen release from pollen by air pollutants. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 1997, **113**(1-3): 69~74.
- [35] Peltre G. Inter-relationship between allergenic pollens and air pollution. *Allergy Immunol(Paris)*, 1998, **30**(10): 324~326.
- [36] Riediker M, Monn C, Koller T, *et al.* Air pollutants enhance rhinoconjunctivitis symptoms in pollen-allergic individuals. *Ann. Allergy Asthma. Immunol.*, 2001, **87**(4): 311~318.
- [37] Ito H, Baba S, Mitani K. Connection between NO(x) and SO(x) collected from the Japanese Cedar tree and Pollinosis. *Acta Otolaryngol. Suppl.*, 1996, **525**: 79~84.
- [38] Pauli G, Bessot J C, Hutt N, *et al.* Pollen environment and its evaluation. *Rev. Pneumol. Clin.*, 1997, **53**(6): 317~322.
- [39] Stix E. Grass pollen in Munich air. Preparations for a forecast (author's transl). *MMW Munch Med Wochenschr*, 1977, **119**(49): 1595~1598.
- [40] Horak F, Jager S, Purk R. Assessment of therapeutic success of a specific immunotherapy of grass pollen allergy. *Laryngol Rhinol Otol (stuttg)*, 1983, **62**(9): 416~418.
- [41] Varney V. Hayfever in the United Kingdom. *Clin. Exp. Allergy*, 1991, **21**(6): 757~762.
- [42] Ye S T. Relationships between Airborne and allergenic pollen grains in China and Nature geography, weather, and other influential factors. In: Investigational team on Airborne and allergenic pollen grains in China ed. *An Investigation on Airborne and allergenic pollen grains in China*. Beijing: People Press, 1991, 40.

参考文献:

- [1] 施锐, 张金谈, 朱瑞卿. 花粉症. 北京: 人民卫生出版社, 1984. 20~32.
- [2] 叶世泰, 张金谈, 乔秉善, 等著. 中国气传和致敏花粉. 北京: 科学出版社, 1998. 1~3.
- [5] 廖凤林. 城市园林绿化中的花粉污染. 城市环境与城市生态, 1992, **4**(2): 21~25.
- [6] 黄赐璇, Pierre Cour. 我国东部花粉雨初探. 地理研究, 2001, **20**(1): 24~30.
- [14] 坡克罗斯卡娅, 等. 花粉分析. 王伏雄, 等译. 北京: 科学出版社, 1956. 6.
- [15] 黄赐璇, 陈志清. 法国空气孢粉学的研究及其应用. 植物学通报, 1996, **13**(增刊): 7~11.
- [27] 郑卓. 中山大学校园内空气中孢子花粉散布的初步调查. 生态科学, 1994, 11~17.
- [28] 杨炯, 胡苏萍, 钟立厚, 等. 武昌地区空气中主要致敏花粉调查. 湖北医科大学学报, 1998, **19**(1): 38~39.
- [32] 孟凡信, 成玉林. 重组变应原的基础与临床. 国外医学(呼吸系统分册), 1997, **17**(2): 80~84.
- [42] 叶世泰. 中国气传致敏花粉与自然地理、气候、植被及其它诸因素的关系. 见: 中国气传致敏花粉调查领导小组主编. 中国气传致敏花粉调查. 北京: 人民出版社, 1991. 40.