

广州市气传真菌散布规律与气候的关系

张 华^{1,2}, 郑 卓¹

(中山大学 1. 地球科学系, 广东 广州 510275; 2. 珠海校区实验中心, 广东 珠海 510405)

摘 要:【目的】空气真菌的数量变化及其致敏性与气候的关系, 建立气传致敏真菌日历, 为广州市空气真菌过敏症的防治提供新的基础数据。【方法】采用沉降法(曝片)和体积法(旋转棒)每日收集气传真菌样品, 在显微镜下鉴定和统计, 定量获得每天每平方米沉降量和每立方米空气悬浮真菌数密度, 并与气象站气候数据进行对比。【结果】鉴定真菌种类 80 余种, 其中最常见的是黑孢子菌 (*Nigrospora sphaerica*)、芽枝菌 (*Cladosporium*)、铰链菌 (*Alternaria*)、毛霉 (*Mucor*)、镰刀菌 (*Fusarium*)、锈菌 (*Uredinales*)、黑附球菌 (*Epicoccum nigrum*)等, 它们在空气中的数密度全年都有一定的数量, 但悬浮真菌孢子数密度全年仍有变化, 春季最大(可达到 >200 粒/ m^3), 夏季、秋季和冬季依次降低, 冬季真菌含量仅 20-30 粒/ m^3 。日均温度大于 15 和日平均相对湿度 $>65\%$ 时空气中的真菌和真菌孢子数量明显增加。【结论】气传真菌全年均有分布并具有较强的致敏性, 部分真菌具有明显的季节性变化, 温度高和湿度大可导致真菌数密度增高, 暴雨可短暂降低室外空气中较大粒径真菌的数量。高致敏性真菌在空气中最集中分布在春季, 其次为夏季。

关键词: 真菌孢子; 空气微生物学; 气候; 超敏反应; 广州市

中图分类号: R932.8

文献标识码: A

文章编号: 1672-3554(2006)05-封2-06

Distribution of Airborne Fungi and Correlation with Climate in Guangzhou

ZHANG Hua^{1,2}, ZHENG Zhuo¹

(1. Department of Earth Sciences, SUN Yat-sen University, 510275 Guangzhou, China; 2. Zhuhai Experiment Center, SUN Yat-sen University, 510405 Zhuhai, China)

Abstract: 【Objective】 The present study focuses on the investigation of quantitative variation of air-borne fungi in Guangzhou and the relation with allergic disease and climate. It provides new data for the prophylaxis and therapy of urban allergy in establishing a calendar of air-borne fungal spores. 【Methods】 Two methods, gravimetric and volumetric methods (Rotorod sampler) were simultaneously used to quantitatively observe the daily air-borne fungi that were identified and counted under microscope through one year. The output data with these methods were numbers of grain of deposited airborne fungi per m^2 and of suspended airborne fungi per m^3 . 【Results】 More than 80 taxa of airborne fungi have been identified, among which the most common fungi were *Nigrospora sphaerica*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Fusarium*, *Uredinales*, *Epicoccum nigrum*, etc. It was testified that fungi spores were present through all year with the most abundant period in spring (the highest peak reached >200 particles/ m^3) and gradually decreased to 20-30 particles/ m^3 in winter. Fungal spores increased rapidly when daily mean temperature was higher than 15 and relative humidity was more than 65%. 【Conclusion】 The identified fungi spores occurred in the atmosphere are mostly allergenic. Many of them have seasonal distribution that high temperature and humidity are propitious to the production and dispersal of fungi communities. The strong rainstorm may temporarily clear away the relative large particles of outdoor airborne fungi. The most allergic season is spring and secondly summer.

Key words: fungal spores; air microbiology; climate; allergy; Guangzhou city

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2006, 27(5):inside front cover, 597-600,inside back cover and back cover]

(下转第 597 页 to page 597)

收稿日期: 2006-03-10

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (031600)

作者简介: 张 华 (1978-), 女, 陕西华县人, 助理工程师, 硕士; 郑 卓, 教授, 导师. E-mail: eeszhuo@syzu.edu.cn

(上接封2 from inside front cover)

真菌在自然界中分布甚广,其孢子体积小,大多数直径在 $10\ \mu\text{m}$ 左右^[1],产量大,常常在空气中飘散、传播,可引起过敏性鼻炎、眼病、过敏性哮喘和过敏性肺炎等,成为超敏反应疾病的重要致敏原之一^[2-8]。真菌过敏原主要来自其菌丝和孢子,其中孢子更为重要,它们可以随气流吸入人的下呼吸道而引起过敏反应症状。对于真菌过敏,我国呼吸道超敏反应病人中有21%的人对真菌抗原皮试阳性,也有阳性率高达70%的报道^[9],而在南方尤其是广州真菌和真菌孢子的影响远远超过孢粉^[10]。在广州市对空气致敏真菌孢子的研究过去已有一定的基础,如王素华等用曝片、曝皿法对广州市空气真菌进行了调查和致敏性研究^[11,12]。但大部分研究方法采用曝片法获取沉降的真菌孢子,而对空气悬浮颗粒缺乏研究。本次研究对广州市空气中真菌和真菌孢子进行为期1年的高频度调查研究,并采用了转棒式空气体积法进行取样和数密度的换算,其结果对揭示广州市空气真菌的种类、数量和散布规律具有现实的科学意义^[13-16],并为防治空气真菌引起的超敏反应疾病提供及时有效的信息。

1 材料与方 法

本次研究材料包括曝片样本382件和空气旋转棒样本365件。采用了两种方法采集样品,沉降法(曝片法):自制真菌重力取样器内的遮雨板下放置1张涂有凡士林粘附剂的载玻片,24 h换片1次,并以 $22\ \text{mm}\times 50\ \text{mm}$ 盖玻片固定,在显微镜下进行鉴定和计数。根据定量统计结果计算单位面积颗粒物在24 h内的沉降数量,取样时间从2004年3月1日至2005年3月17日;空气悬浮真菌孢子收集法:即采用加拿大GRIPST-2000旋转棒(rotorod)采样器,内置电动转动装置,可使涂有硅油的透明棒在旋转过程中捕获空气中的颗粒物,采样间歇时间为 $1/10\ \text{min}$,取回的棒直接放在载玻片上在显微镜下观察鉴定和统计,由此获得每天单位体积空气中颗粒物的数量,取样时间从2004年3月1日至2005年2月28日。

以上两种取样仪器的安置地点位于广州市海珠区地环大楼的顶楼($23\ 06\ 12.6''\ \text{N}$, $113\ 17\ 41.4''\ \text{E}$,海拔高度24 m),离地面约20 m,周围50

m内没有更高的阻挡物,向北距珠江约500 m,该地区全年主导风向主要为偏北风和东北风(9月至次年3月),其次为偏南风 and 东南风(4月至8月),因此样本在冬半年主要真菌来源中心为珠江南北岸(东山区和海珠区),夏半年以海珠区为主。

气传真菌孢子同一时期的气象数据如日平均温度、日降雨量等由广东省气象局的广州站点提供,日平均相对湿度、风速和风向等来自于广东省气象公众网。

2 结 果

2.1 检出的真菌孢子及其全年总体分布

在本次研究周期内,曝片法镜下统计真菌和真菌孢子共95 517粒,鉴定种类78种,空气体积法统计真菌和真菌孢子53 828粒,鉴定种类80余种。

沉降法(曝片)分析结果表明的优势孢子有:毛霉 *Mucor* (46.7%)、黑附球菌 *Epicoccum nigrum* (20.9%)、黑孢子菌 *Nigrospora sphaerica* (14.6%)、青霉 *Penicillium* (4.5%)、锈菌 *Uredinales* (4.5%)、曲霉 *Aspergillus* (2.8%)、隐球菌 *Cryptococcus* (1.6%)等。这个结果反映了体积较大的真菌孢子和孢子囊群如毛霉等在沉降数量较多,其原因是它们个体相对较大,在空气中沉降速度快,逗留时间较短(表1)。

空气体积法(旋转棒)主要捕捉小于10微米(PM_{10})的空气可吸入悬浮物,鉴定统计的优势种类是:黑孢子菌 *Nigrospora sphaerica* (24.4%)、芽枝菌 *Cladosporium* (21.2%)、镰刀菌 *Fusarium* (15.0%)、蓝色犁头菌孢子 *Abisidia coerulea* (7.5%)、锈菌 *Uredinales* (6.3%)、铰链菌 *Alternaria* (6.0%)、红酵母菌属 *Saccharomyces* (4.4%)、无孢子群 *Myceliophthora* (4.1%)、曲霉 *Aspergillus* (2.0%)、网格歧裂灰包担孢子 *Dictyocephalos attenuatus* (1.5%)、隐球菌 *Cryptococcus* (1.04%)、弯孢菌 *Curvularia* (0.8%)等(表1)。

从真菌孢子全年的总体分布来看,无论是沉降法还是体积法的结果均显示,真菌孢子全年都在空气中存在,且一直含有较高的数量,全年的变化多在 $20\sim 100\ \text{粒}/\text{m}^3$ 间变化,最大值可达到 $194\ \text{粒}/\text{m}^3$ 。其中春季的2~4月份最多,其次为5~8月,秋冬季含量相对较低。气温较低的1月,真菌含量最低(图1)。另外,空气悬浮真菌孢子数密度与空

表 1 2004 年 3 月-2005 年 3 月期间空气沉降(曝片)和空气悬浮(旋转棒)主要真菌孢子数密度

Table 1 Annual number density of principal fungal spore captured respectively with gravimetric and volumetric (Rotorod) methods for the period from March 2004 to March 2005

主要真菌和真菌孢子种类 Principal fungal taxa	Gravimetric method		Volumetric method	
	grain/(m ² ·a)	%	grain/(m ³ ·a)	%
Nigrospora sp. 黑孢子菌	115560594	14.61	3728	24.43
Cladosporium sp. 芽枝菌	7860469	0.99	3234	21.19
Fusarium sp. 镰刀菌	4048719	0.51	2293	15.03
Uredinales 锈菌目	22523453	2.85	988	6.48
Alternaria sp. 铰链菌	7532806	0.95	914	5.99
Saccharomyces sp. 酵母菌属	2557565	0.32	677	4.44
Myceliophthora sp. 无孢子群	5460053	0.69	629	4.12
Aspergillus sp. 曲霉	17351304	2.19	307	2.01
Chaetomium sp. 毛壳属	6098307	0.77	249	1.63
Dictyocephalos sp. 网格歧裂灰包担孢子	2125207	0.27	235	1.54
Cryptococcus sp. 隐球酵母菌属	12701250	1.61	159	1.04
Curvularia sp. 弯孢菌	2858108	0.36	124	0.81
Corynespora cassicola 棒孢菌	790662	0.1	56	0.37
Geotrichum sp. 地霉	69532	0.01	31	0.20
Epicoccum sp. 黑附球菌	165253523	20.89	28	0.18
Penicillium sp. 青霉菌属	35832673	4.53	25	0.16
Mucor sp. 毛霉	369512446	46.71	17	0.11
Meliolales 小煤炱目	184381	0.02	14	0.09
Ustilago sp. 黑粉菌属	81560	0.01	8	0.05
Ascochyta sp. 壳二孢菌	469518	0.06	7	0.05
Tetraploa sp. 四络菌	84204	0.01	6	0.04
Botryodiplodia sp. 单隔孢菌	394940	0.05	5	0.03
Sclerotiniaceae 核盘菌科	234512	0.03	5	0.03
Sphaeropsis sp. 球壳孢菌	39673	0.01	3	0.02
Myriangiaceae 多腔菌科	39101	0	3	0.02
Trichocladium sp. 短梗蠕孢霉属	1181399	0.15	2	0.01
Stachybotrys sp. 葡状穗霉	892564	0.11	1	0.01
Rhizopus sp. 根霉属	77107	0.01	1	0.01
Papulaspora sp. 团丝核菌属	22780	0	1	0.01

气湿度的变化十分吻合, A 至 D 不同时间段湿度的变化直接控制了空气真菌的数量。而较大颗粒的菌落和孢子沉降到地表的高数密度区主要集中在 3~4 月, 最低值在 1 月份。

黑孢子菌 (*Nigrospora sphaerica*) 孢子黑色或黑棕色, 球形, 大小 5~10 μm , 表面光亮。曝片和旋转棒都显示该类孢子全年均有较高的含量, 3~4 月份空气中的含量达到最高值(最大值为 135 粒/ m^3), 沉降量最大为 3 月下旬和 4 月, 最高达 214 万粒/($\text{m}^2 \cdot \text{d}$) (图 2)。

芽枝菌 (*Cladosporium sp.*), 分生孢子卵形,

长轴 3~8 μm , 成串连接, 成簇出现, 或分生孢子链下部的孢子多呈柱状或筒状, 长 10 μm 左右。曝片和旋转棒显示, 空气悬浮数量平均为 165 粒/ m^3 , 4 月份达到最高, 峰值时沉降率为每天 53 万粒/ m^2 , 而 7~9 月和冬季空气中含量较低(图 2)。

铰链菌 (*Alternaria sp.*), 常见分生孢子串生呈长形, 长度不等, 10~100 μm 。曝片显示空气中的沉降量较高时段为 2~5 月, 含量最高将近 21 万粒/($\text{m}^2 \cdot \text{d}$)。旋转棒上最大值为 20 粒/ m^3 , 全年变化起伏较小(图 2)。

毛霉 (*Mucor sp.*) 常以块状的孢子囊团出现,

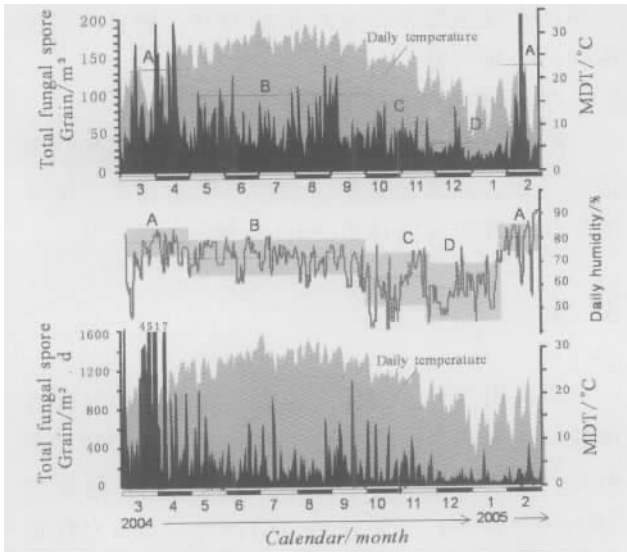


图 1 真菌总量变化及其与日均温(MDT)、相对湿度的关系(灰色为日平均温度)

Fig.1 Variation of total fungal spore and its relation with mean daily temperature (MDT) (shown with gray background) and humidity

孢子囊棕黄色,球形,大小 10-60 μm ,内有 8 个以上的孢子。该孢子囊颗粒较大,不易在空气中停留,所以大量毛霉孢子囊沉降在曝片上,春季 3-4 月每天可达到 4363 万粒/ m^2 ,而旋转棒上捕获的毛霉含量很低,原因是孢子囊颗粒较大,在空气中飘浮时间短(图 2)。

黑附球菌(*Epicoccum nigrum*)以大量的孢子囊团出现,大小 15-20 μm ,孢子大小 5 μm ,由一团孢子聚集成近球形,外层无膜。该孢子囊团在曝片上大量出现,最多在 3-4 月超过 4 273 万粒/ $(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。在旋转棒上捕获的反而较少(图 2)。

弯孢菌(*Curvularia sp.*),分生孢子 3-6 个细胞,多数弯曲,中部的 2-3 个细胞较大,一般 20-30 μm 。在 2 月弯孢菌开始增加,直到夏季的 8 月达到最大值,空气中飘散的虽然仅有 3 粒/ m^3 ,但每天沉降量将近 11 万粒/ m^2 。弯孢菌在 11 月明显减少,在 1 月最少(图 2)。

镰刀菌(*Fusarium sp.*)的大孢子为多细胞,微弯或两端尖而弯曲显著,镰刀形,长 50 μm 以上;小型孢子多数单细胞,卵形或长圆形,直或微弯,长 10-20 μm 。在空气中散布较多的月份是 4-9 月,其余各月零星散布。与气象数据对比发现,该孢子在空气中的分布与温度和降雨湿度有关,春夏季气候转热,降雨量升高,对镰刀菌的生长较为

有利(图 3)。

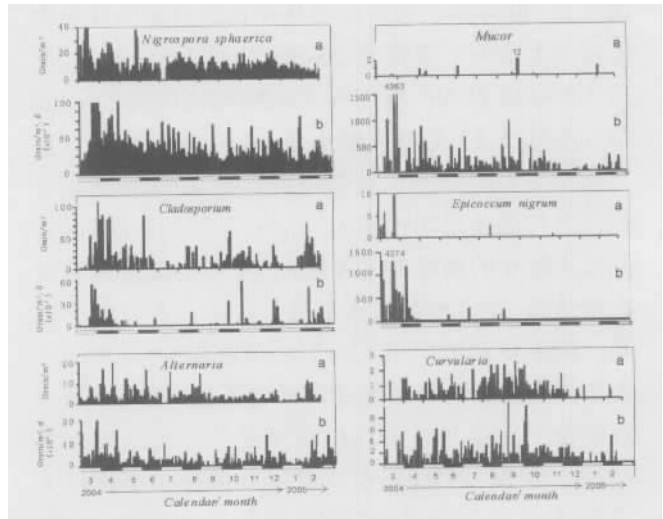


图 2 黑孢子菌 (*Nigrospora sphaerica*)、芽枝菌 (*Cladosporium*)、铰链菌 (*Alternaria*)、毛霉 (*Mucor sp.*)、黑附球菌 (*Epicoccum nigrum*)、弯孢菌 (*Curvularia sp.*) 每天空气体积含量(a)与沉降量(b)的对比(2004-2005)

Fig.2 Comparison of daily fungal variations (2004-2005) between volumetric (a) and gravimetric (b) samplers for the taxa of *Nigrospora sphaerica*, *Cladosporium sp.*, *Alternaria*, *Mucor sp.*, *Epicoccum nigrum* and *Curvularia sp.*

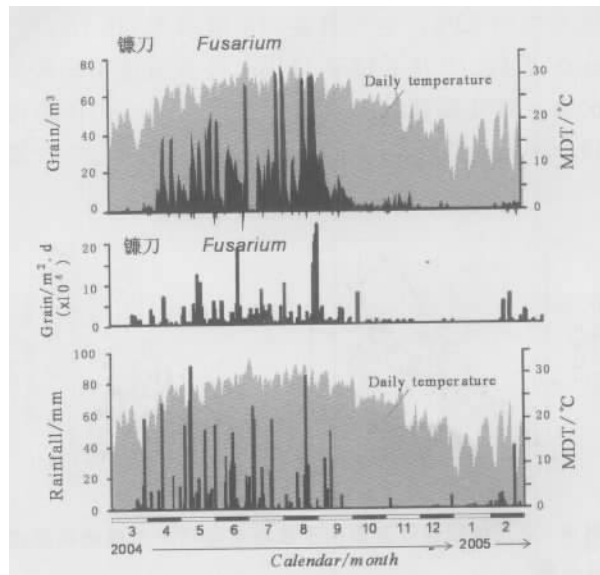


图 3 空气中镰刀菌(*Fusarium sp.*)数密度(上图)、单位面积沉降量(中)与日均温和降雨关系(下图)(2004-2005)

Fig.3 Airborne *Fusarium* number density (top) and gravimetric (middle) samplers (2004-2005) and their relation with mean daily temperature and rainfall

2.2 真菌和真菌孢子散布与气候因素的关系
从空气中真菌孢子散布的规律发现,日均温、

降雨量和湿度都与空气中真菌孢子的数量有明显的关系。旋转棒记录的空气悬浮真菌总量与日平均温度关系表明, 温度在 20~30 之间含量最高, 可达 100~120 粒/m³, 温度在 15~20 之间为 50~100 粒/m³, 低于 15 时一般小于 40 粒/m³(图 4)。这与真菌培养的最适宜温度是相似的, 如镰刀菌和弯孢菌等与温度呈现正相关。此外, 不同的真菌种类, 其孢子散布的高峰期并不相同, 并不是温度越高而含量越高, 许多种类的真菌孢子实际上在空气中的高峰期主要分布在 18~25 之间的春季, 而其他因素如湿度则成为真菌繁殖的重要条件。空气中悬浮真菌孢子数量与日平均相对湿度的分析结果表明(图 4), 湿度>67%时, 空气悬浮真菌孢子丰度可大于 80 粒/m³, 而湿度<67%时, 空气悬浮真菌孢子则少于 80 粒/m³, 一般在 20~50 粒/m³之间。从图 1 湿度划分阶段 A-D 与空气真菌散布浓度的对比也可以看出, 日平均湿度高时真菌孢子含量也相应增高, 湿度降低时真菌孢子含量也相应降低, 4 个湿度阶段与空气悬浮真菌孢子丰度的对应如下: A 阶段(主要在 2 月至 4 月上旬)空气湿度平均接近 80%, 相应地真菌的丰度出现多个最高峰值, 常超过 150 粒/m³; B 阶段(4 月下旬至 9 月上旬)空气湿度平均约 72%, 空气真菌的丰度多为 60~100 粒/m³; C 阶段(9 月下旬至 11 月)空气湿度平均约为 65%, 空气真菌的丰度多为 40~70 粒/m³; D 阶段(12 月至 1 月上旬)空气湿度平均约<60%, 空气真

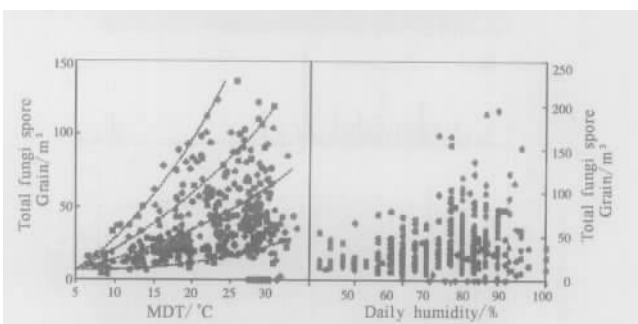


图 4 空气体积悬浮真菌孢子数密度与日平均温度和湿度的关系

Fig.4 Airborne fungal spore concentration and their relation with the daily mean temperature and humidity

菌的丰度全年最低, 约为 20~40 粒/m³。

另外, 广州市气传真菌总量变化与日降雨量的关系显示, 短暂性降雨对一些较大的孢子囊群可导致快速沉降, 而小于 10 μm 的真菌孢子在空

气中的密度在降雨停止后很快回升, 使日均数密度保持一定含量。

2.3 广州市气传真菌日历

利用沉降法和空气悬浮法两种取样器的结果进行对比, 在高分辨率监测的基础上建立了全年的广州市气传真菌日历(图 5 见封底)。

3 讨论

本次用两种方法同时监测空气悬浮和沉降真菌的结果表明, 大部分空气真菌及其孢子都是华南地区具有较高致敏性的类群, 如无孢子群(*Myceliophthora*)、芽枝菌(*Cladosporium*)、青霉(*Penicillium*)、铰链菌(*Alternaria*)、锈菌(*Uredinales*), 这些类型被列为最常见的气传致敏真菌^[4]; 而曲霉(*Aspergillus*)、毛霉(*Mucor*)、犁头菌(*Abisidia*), 以及隐球菌(*Cryptococcus*) 在医学上被证明为常见的机会致病性真菌^[9, 17, 18]。前人在各地区真菌的致敏性进行分析的研究结果表明, 真菌致敏原皮肤测试阳性率的高低与空气中真菌的种类和含量基本一致^[9, 11, 19-26]。由于广州市属于南亚热带潮湿气候, 十分有利于真菌的生长和繁殖, 真菌种类繁多, 因此, 户内外空气中常年飘散较高浓度的真菌孢子可能是导致广州市人群呼吸道过敏的重要空气致敏因素之一。根据本次高时间分辨率的调查, 初步认为导致常年致敏的真菌主要是铰链菌(*Alternaria*)、蓝色犁头菌(*Abisidia coerulea*)、毛霉(*Mucor*)等, 而季节性致敏的真菌在 3~4 月有芽枝菌(*Cladosporium*)、无孢子群(*Myceliophthora*)、锈菌(*Uredinales*)、红酵母菌属(*Saccharomyces*)、黑附球菌(*Epicoccum nigrum*), 5~9 月有镰刀菌(*Fusarium*), 3~6 月和 9~12 月有曲霉(*Aspergillus*)、青霉(*Penicillium*)、隐球菌(*Cryptococcus*), 5~11 月有弯孢菌(*Curvularia*)等。

本次研究利用沉降法和空气悬浮法两种取样器的结果进行对比, 在高分辨率监测的基础上建立了全年的广州市气传真菌日历, 该结果可为广州市空气真菌过敏人群的疾病预防与治疗提供重要的基础数据。

参考文献:

[1] 孙鹤龄. 医学真菌鉴定初编[M]. 北京: 科学出版社,

(下转封 3 to inside back cover)

(上接第 600 页 from page 600)

- 1987: 13- 343.
- [2] 戚中田. 医学微生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 447- 454.
- [3] 邓本勇, 李辛善, 李美农. 福州地区气传致敏真菌调查[J]. 海峡药学, 1997, 9(2): 75- 76.
- [4] 宋文刚, 张玉侠. 吉林市市区大气中致敏真菌分布与变态反应疾病的关系[J]. 中国地方病防治杂志, 2005, 20(5):318- 319.
- [5] 张永良, 郑世英, 智强. 地下医院工作环境真菌调查及其危害分析[J]. 中国卫生工程学, 2006, 5(1):20- 22.
- [6] ADHIKARI A, SEN M M, GUPTA- BHATTACHARY S, et al. Airborne viable, non- viable, and allergenic fungi in a rural agricultural area of India: a 2- year study at five outdoor sampling stations [J]. Sci Total Environ, 2004, 326(1- 3): 123- 141.
- [7] 陈育智, 马煜, 王红玉, 等. 中国三城市儿童个人过敏原与喘息及气道高反应性的相关性研究[J]. 中华儿科杂志, 2003, 41(7): 538- 541.
- [8] 张森泉, 吴峰, 陈桂娟, 等. 广州、湛江、茂名、江门四市部份十七万人口中支气管哮喘流行病学情况的初步调查[J]. 中山医科大学学报, 1987, 8(2): 68- 72.
- [9] 叶世泰, 乔秉善, 路英杰. 中国致敏空气真菌学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1992: 5- 39.
- [10] 郑卓. 中山大学校园内空气孢粉散布的初步调查[J]. 生态科学, 1994, 6(2): 11- 17.
- [11] 王素华, 詹青松, 黎梅兰, 等. 广州地区气传致敏真菌调查及抗原脱敏治疗[J]. 第一军医大学学报, 1994, 14(4): 396- 396.
- [12] 詹青松, 王素华, 黎梅兰, 等. 空气中致敏真菌数量和种类调查[J]. 现代预防医学, 1994, 21(2): 67- 69.
- [13] 龙珍, 张庆松, 皮桂秀, 等. 儿童过敏性哮喘与气传致敏真菌的关系[J]. 临床耳鼻咽喉科杂志, 2002, 26(2):92- 93.
- [14] Ho H M, Rao C Y, Hsu H H, et al. Characteristics and determinants of ambient fungal spores in Hualien, Taiwan[J]. Atmospheric Environment, 2005, 39(32): 5839- 5850.
- [15] Robine E, Lacaze I, Moularat S, et al. Characterization of exposure to airborne fungi: Measurement of ergosterol [J]. J Microbiol Methods, 2005, 63(2): 185- 192.
- [16] Huang C Y, Lee C C, Li F C, et al. The seasonal distribution of bioaerosols in municipal landfill sites: a 3- yr study[J]. Atmospheric Environment, 2002, 36(27): 4385- 4395.
- [17] James Green B, Schmechel D, Kingsley Sercombe J, et al. Enumeration and detection of aerosolized *Aspergillus fumigatus* and *Penicillium chrysogenum* conidia and hyphae using a novel double immunostaining technique [J]. Journal of Immunological Methods, 2005, 307(1- 2): 127- 134.
- [18] Hawley L B. 微生物学与感染性疾病[M]. 北京: 中信出版社, 2004: 107- 116.
- [19] 冯明礼, 贾元宏, 李英春, 等. 致敏真菌与哮喘病的发病关系及真菌变应原脱敏治疗效果的研究[J]. 中国公共卫生, 1999, 15(11): 992- 993.
- [20] 钟立厚, 李明震, 尹玉敏. 气传真菌致敏性研究[J]. 湖北医科大学学报, 1999, 20(3): 212- 213.
- [21] 蒋新伟, 伍伟璟, 杨承佑, 等. 长沙市东区气传致敏真菌的初步调查[J]. 湖南医科大学学报, 1994, 19(4): 326- 328.
- [22] 尹玉敏, 谢利平. 武汉地区气传致敏真菌与变应性鼻炎的发病关系[J]. 临床耳鼻咽喉科杂志, 2004, 18(11): 645- 646.
- [23] 张志哲, 李友邕, 李家萱, 等. 南宁市气传优势真菌对支气管哮喘的致敏性的研究[J]. 广西医学, 2000, 22(2): 258- 259.
- [24] 叶世泰, 张庆松. 实用变态反应学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1987: 3- 21.
- [25] 乔秉善. 变态反应实验技术 [M]. 北京: 科学出版社, 1990: 303- 350.
- [26] 金兆辰, 殷凯生, 陈晓翔. 镇江市区气传真菌调查结果与哮喘关系的研究[J]. 实用预防医学, 2001, 8(3): 170- 172.

(编辑 张敏瑞)